MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

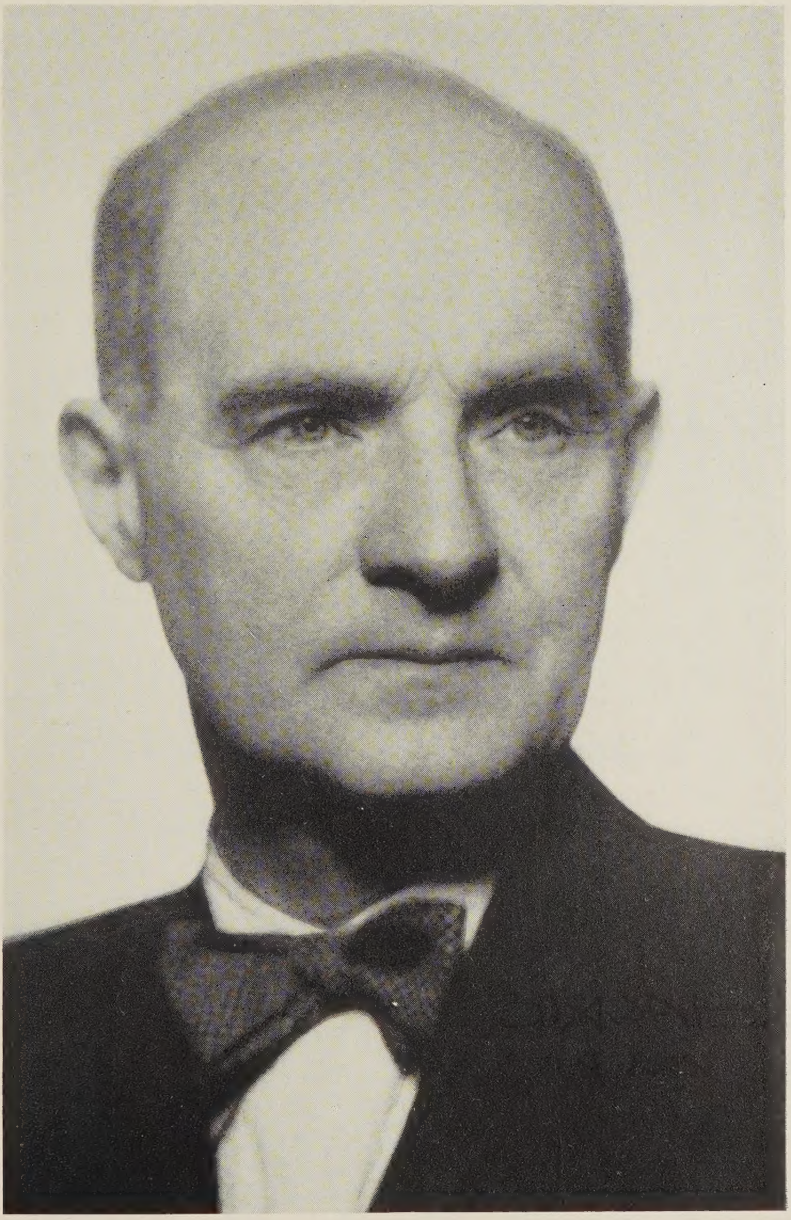
BIND XIV
(HEFTE 48)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute

REDAKTØRER:
ELIAS MORK OG
CONRAD BONNEVIE-SVENDSEN

VOLLEBEKK 1957

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
12 AUG 1957



Professor Erling Eide

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/comms-in-agricultural-and-applied-biological-sciences_1957_14_48

I anledning av
Professor Erling Eides fratreden
som institusjonens sjef 1. juli 1956,
utgis dette bind av
«Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen»
som en hyllest og en takk
for hans fremragende innsats for
skogforskningen og det praktiske skogbruk.

★

On the occasion of
Professor Eide's retirement as director of
the Norwegian Forest Research Institute,
this volume of the Reports
is dedicated to him in esteem and gratitude
for his outstanding services
for forest research and practical forestry.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK

MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

BIND XIV
(HEFTE 48)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute

REDAKTØRER:
ELIAS MORK OG
CONRAD BONNEVIE-SVENDSEN

VOLLEBEKK 1957

Trykningen av dette skrift er muliggjort ved bidrag fra Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening, Norges Skogeierforbund og Skogbruksforeningen av 1950.

Printed in Norway
J. Chr. Gundersen, Boktrykkeri og Bokbinderi
Oslo

INNHOLD

Alf Langsæter:	Professor Erling Eide	9
	Professor Erling Eide	12
Artikler, avhandlinger og utredninger forfattet av Erling Eide		17
	Reports and Articles by Erling Eide	17
Arne Meidell:	Professor Erling Eide. Bestandsskogbrukets store forkjemper	21
Knut Skinnemoen:	Skogforskningen og det praktiske skogbruk	23
Karl L. Mørkved:	Det norske Skogforsøksvesens betydning for vegledningstjenesten i skogbruket	29
Hans Th. Kiær:	Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening	31
Paul Brobakken:	Gjenvekstundersøkelser på en del av A/S Van Severen & Co. Ltd.'s frøtrestillinger	35
Leif Lykke:	Viltet og den moderne skogskjøtsel og drift	47
Ragnar Løchen:	Hvor bærer det hen?	53
M. S. Clason:	Skogen i en privatbedrift fra århundreskiftet til i dag. Steiftog gjennom taksaksjoner og driftsplaner	65
Oddvar Mørkved:	Den norske Skogforsøksvesen og skogbruket i Namdalen. Litt om firma Albert Collett-Bangdalsbrugets driftsplan	83
Inger Aass:	En cytologisk analyse av skjåkfurua	93
	A cytological Analysis of Scots Pine (Pinus silvestris L) *from Skjåk, Norway*	109
C. Bonnevie-Svendsen and Odd Gjems:	Amount and Chemical Composition of the Litter from Larch, Beech, Norway Spruce and Scots Pine Stands and Its Effect on the Soil	111

	Mengde og kjemisk sammensetning av strøet i lerke-, bøke-, gran- og furubestand og dets virkning på jordbunnen	169
Ola Børset:	Veksten hos han- og huntrær av osp	175
	Growth of Male and Female Aspen Trees	184
H. H. H. Heiberg:	Fremmede bartrær i skogbruket på Østlandet	187
	Foreign Conifers in the Forestry of Eastern Norway	198
H. Holstener-Jørgensen:	Danske skov- og plantagejorders mineralogiske sammensætning	201
	Mineral Composition of Danish Forest and Plantation Soils	212
Frits Jørgensen og Asbjørn Svendsrud:	Verdiproduksjonen i østnorsk granskog.	215
	The Money Yield in Spruce Stands in Eastern Norway	253
Gustav G. Klem:	Kvalitetsundersøkelser av norsk og tysk gran	285
	The Quality of Norway Spruce (Picea abies) *of Norwegian and German Origin*	310
Asbjørn Løken:	Lavlandsbjørkas (*Betula verrucosa* Ehrh.) utbredelse i Pasvikdal	315
J. Låg:	Arealfordelingen av noen viktige grupper av bergarter i Norge	339
	The proportional Area of some Important Groups of Rocks in Norway	346
Elias Mork:	Om frøkvalitet og frøproduksjon hos furu i Hirkjølen	349
	Seed Quality and Seed Production for Scots Pine at Hirkjølen	376
Manfred Näslund:	Den svenska skogforskningens mål, medel och möjligheter	381
Håkon Robak og Knut Nedkvitne:	Et 25 år gammelt forsøk med gjødsling av gran på røsslyngmark	401
	A 25 Years Old Manuring Experiment with Norway Spruce on Calluna Heath-land in Western Norway	410
Tollef Ruden:	Arvelige dvergformer av furu (*Pinus silvestris* L.) fra Skjåk, Gudbrandsdal	413

Tollef Ruden:	*Abnormal types of Scots Pine* (Pinus silvestris L.) *from Skjåk, Gudbrandsdal*	440
Ivar Samset:	Driftsforhold i Telemark-skogene	445
	Operational Conditions in the Telemark Forests	491
Martin Sandvik:	Gjødsling av granplanter (*Picea abies*) i Sønsterud planteskole	499
	Fertilizing of Spruce Seedlings (Picea abies) *at Sønsterud Nursery*	526
Risto Sarvas:	Studies on the Seed Setting of Norway Spruce	529
Hans Kristian Seip:	Målefeil ved bestemmelse av radietilveksten	557
	Errors in Field Measurement of Annual Rings	568
Torgeir Slåstad:	Årringundersøkelser i Gudbrandsdalen	571
	Tree-ring analyses in Gudbrandsdalen	611
Lars Strand:	Virkningen av flatestørrelsen på nøyaktigheten ved prøveflatetakster	621
	The effect of the plot size on the accuracy of forest surveys	632
L. Strand og Aa. Vigerust:	Skogarealet i forskjellige høydesoner	635

Professor Erling Eide

Professor Erling Eide er født 15. april 1890 i Bergen. Han ble student 1908, og tok eksamen ved Norges Landbrukshøgskole i 1913. Stillinger: 1913—14 ansatt ved O. Raanaas' trelastbruk, Soon. 1914—15 vikarassistent i botanikk ved N.L.H. 1915—17 assistent i Skogkontoret, Landbruksdepartementet. 1917—18 skogassistent i Hedmark, lærer i botanikk og lovlære ved Jønsberg landbruksskole. 1918—21 assistent ved Det norske Skogforsøksvesen, — leder fra 1921. Utnevnt til professor 1936. Forelest om skogforskning ved Norges Landbrukshøgskole 1929—42. Redaktør av «Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen» fra 1921 til 1956. Medarbeider i «Forstliche Rundschau» 1926—42.

Tillitsverv: Formann i Norsk Forstmannsforenings fagråd 1932—35. Medlem av Det norske Skogselskaps representantskap fra 1937—56. Formann i Den landbruksvidenskapelige forening i Ås flere perioder. Styremedlem i Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening og formann i Skogforskningsgruppen 1947—56.

Offentlige verv: Formann for Statens skogforsøkskommisjon fra 1921. Medlem av Skogforsøksunionens internasjonale skogforskningskongresser i Stockholm 1929, Budapest 1936, Zürich 1948 og Roma 1954. Medlem av den faglige skogbruksnevnd 1940—41, av Nordisk Skogunions representantskap fra 1946. Medlem av arbeidsutvalget i Norges Landbruksvidenskapelige Forskningsråd fra 1948—55.

Æresmedlem av Studentsamfunnet i Ås, av Skogbrukerforeningen ved Norges Landbrukshøgskole, av Norsk Forstmannsforening, av Svenska Skogsvårdsföreningen og av Centralskogssellskäpet Skogskultur i Finnland. Medlem av Videnskapsakademiet i Oslo og Kungl. Lantbruksakademien, korr. medlem av Finska Forstföreningen og av Commonwealth Forestry Bureau, Oxford. Ridder av 1ste klasse av St. Olavs orden. K² Nordstjerneordenen. Storkors av «Hestehoven», Studentsamfunnet i Ås og storkors av «Den grønne gren», Norsk

Forstmannsforening. Tildelt Det norske Skogselskaps diplom og gullnål.

I 1956 fratrådte Eide etter søknad sin stilling ved Skogforsøksvesenet på grunn av helbredshensyn.

Størsteparten av Eides virke i skogbruket er knyttet til skogforskningen. Som leder av Det norske Skogforsøksvesen gjennom så mange år har han hatt ansvaret for og har æren av den utvikling denne institusjon har hatt gjennom en oppbyggingsperiode som på forskjellige måter har budt på mange vanskeligheter. Skogforsøksvesenets historie hittil gir derfor i det vesentlige også en beretning om Eides innsats i skogforskningen.

Det norske Skogforsøksvesen ble opprettet ved Stortingets beslutning av 13. juni 1917. Arbeidet i marken tok til i 1918, samme år som Eide ble ansatt i Skogforsøksvesenet. I Stortingets beslutning er institusjonens oppgave formulert således: «Forsøksvesenets oppgave er å utforske og klarlegge de forhold som har betydning for de norske skogers eksistens, utvikling og gjenvekst, for en rasjonell skogdrift og det økonomiske utbytte av denne samt for skogkultur og innvinning av uproduktiv (forsumpet) land for skogproduksjonen.» Det er en meget krevende oppgave som på denne måte ble formulert, spesielt når en erindrer at Skogforsøksvesenets personale ved opprettelsen bare bestod av lederen, en assistent og en kontorist. Den første leder, Erling Archer, fratrådte stillingen allerede i 1921 etter søknad herom. Fra samme tid har Eide hatt ledelsen av Skogforsøksvesenet. — I 1920 ble det ansatt en ny kontorist, men deretter ble det fast ansatte personale ikke utvidet før 1932, da en naturvidenskapelig forsøksleder ble ansatt. I 1938 fikk Skogforsøksvesenet en forsøksleder i skogteknologi. Senere er forsøksledere ansatt i skogbrukets vekstforedling, i driftsteknikk og to forsøksledere innen produksjonsforskningen. Bevilgningene til Skogforsøksvesenets virksomhet frem til midten av 1930 årene var meget knappe.

Tross det fåtallige personale og de beskjedne hjelpemidler som stod til disposisjon, ble det ved Skogforsøksvesenet i de første ca. 20 år utført et betydelig arbeid som ble grunnlaget og forutsetningen for den ekspansjon som er skjedd senere, særlig i årene etter 1945. Forholdene i skogbruket i Norge var på den tid Det norske Skogforsøksvesen begynte sitt arbeid, meget forskjellig fra forholdene idag. Dengang var dimensjonshogst og plukkhogst de alminnelige hogstformer i praksis. Til tross for at treforedlingsindustrien allerede hadde bedret avsetningen for de mindre dimensjoner vesentlig, var de praktiske skogbrukere i meget stor utstrekning fremdeles tradisjonsmes-

sig bundet til de synsmåter på skogskjøtselen som hadde vært de eneste økonomisk mulige under sagbruksperioden i slutten av forrige århundre og i det første 10-år etter 1900. Regulære foryngelseshogster i moderne forstand, ble dengang ansett som skogødeleggelse i den alminnelige opinion innen skogbruket. Under disse forhold ble Skogforsøksvesenets arbeid lagt opp med en tosidig målsetting: For det første måtte en anlegge faste forsøksfelter i den utstrekning dette var mulig, for å skaffe erfaringer om enaldrende bestands produksjonsmuligheter, og virkningen av regulære foryngelseshogster. Dette arbeid er imidlertid av så langsiktig karakter at resultatene først ville kunne foreligge etter en årrekke. For det annet ble det tatt opp dagsaktuelle oppgaver til direkte nytte for det praktiske skogbruk f. eks. oppstilling av tabeller for kubikkmasse av tømmer og stående skog, belysning av forholdet mellom frømodning og sommertemperatur m. v. Disse undersøkelser ble gjennomført i løpet av få år, og den direkte praktiske nytte disse arbeider førte med seg, var sterkt medvirkende til å gi Skogforsøksvesenet den tillit innen skogbruket som senere har vært et meget viktig aktivum.

De faste forsøksfelter som etterhvert ble anlagt rundt om i skogdistriktene på de forskjellige boniteter, ga meget betydelige resultater for det praktiske skogbruk også lenge før en hadde tilstrekkelig materiale til å lage produksjonstabeller. Særlig i de første 10 —15 år av Skogforsøksvesenets virke, avvek den vanlige skogbehandling i praksis meget sterkt fra den skjøtselmetode som bruktes og brukes på de faste forsøksfelter. Disse ble derfor også praktiske demonstrasjonsfelter for en skogbehandling som førte diskusjonen om driftsformer bort fra det teoretiske plan og ut i skogen selv, og til de konkrete forhold som forelå på hvert enkelt sted. Den meningsutveksling som dette førte til mellom de praktiske skogbrukere og Skogforsøksvesenets personale, har sikkert vært av stor betydning for begge parter. Professor Eide har alltid lagt stor vekt på dette, ofret meget tid på denne opplysningsvirksomhet, og ved sin innsats her bidratt vesentlig til å forberede den omlegging av norsk skogbruk i retning mot et rasjonelt bestandsskogbruk som satte inn i 1930 årene.

Skogindustrien har også vist stor interesse for Skogforsøksvesenets arbeid, som pekte frem mot en øket skogproduksjon og bedret virkeskvalitet.

I løpet av 1930 årene øket Skogforsøksvesenets virksomhet betydelig, og etter 1945 er denne utvikling gått raskt. Statsbevilgningen har steget og betydelige midler er stillet til disposisjon fra Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening og fra Norges Landbruksviten-

skapelige Forskningsråd (NLVF). Ved begynnelsen av året 1956 bestod det faste personalet av: 3 professorer, 4 forsøksledere, 18 assistenter (derav 10 ansatt ved midler fra NLVF), 2 stipendiater, (derav 1 ved NLVF), 1 kontorsjef og et kontor- og laboratoriepersonale på 9 personer. Dessuten hadde Skogforsøksvesenet ca. 30 midlertidig ansatte. Den nye instituttbygning som ble ferdig 1954, har gitt muligheter for en øket virksomhet, slik at Skogforsøksvesenet nå kan ta opp undersøkelser som det tidligere var umulig å løse på grunn av manglende laboratorier m. v.

Utvidelsen av forskningen ved Det norske Skogforsøksvesen har som bakgrunn det forhold at skogproduksjonen har stor betydning for vårt land ved at skogen skaffer råstoff til en av våre viktigste eksportnæringer ved siden av å dekke det store innenlandske forbruk av skogprodukter. Det norske Skogforsøksvesen står idag godt rustet til å ta opp til belysning de mange problemer som reiser seg innen skogbruket. Professor Eide har ledet Skogforsøksvesenet hittil, og har lagt et solid grunnlag for den fremtidige forskning ved denne sentrale forskningsinstitusjon i vårt skogbruk. Resultatene av det arbeidet som er utført ved Skogforsøksvesenet, sammen med professor Eides evne til å overføre til andre sin egen begeistring for og tro på skogforskningen og skogbrukets fremtidsmuligheter, har vært av stor betydning og har gitt Skogforsøksvesenet den posisjon det nå har.

A. Langsæter

Professor Erling Eide

Professor Erling Eide was born 15th April 1890 in Bergen. He took his matriculation degree in 1908, and graduated at the Norwegian Agricultural College in 1913.

The following positions have been held by Professor Eide:—

1913—14, employed by O. Raanaas' Timber Company, Soon.

1914—15, Deputy Assistant in Botany at the Norwegian Agricultural College.

1915—17, Assistant in the Forestry Section, Ministry of Agriculture.

1917–18, Assistant Forester in the County of Hedmark and teacher in Botany and Law at Jønsberg Agricultural School.

1918–21, Assistant at the Norwegian Forest Research Institute, and from 1921, Director of this Institute.

Appointed professor 1936.

Lecturer in Forest Research at the Norwegian Agricultural College from 1929–42. Editor of «Reports of the Norwegian Forest Research Institute» from 1921–56. Contributor to «Forstliche Rundschau» 1926–42.

Representations:–

Chairman of the Technical Council of the Norwegian Foresters' Association 1932–35.

Member of the board of the Norwegian Forestry Society 1937–56.

Chairman of the Agricultural Science Association at Ås during several periods.

Member of the board of the Forestry and Forest Industries' Research Organization, and Chairman of the Forest Research Group 1947–56.

Official Commissions:–

Chairman of the State Forest Research Commission from 1921.

Delegate to the Congresses of the International Union of Forest Research Organisations in Stockholm 1929, Budapest 1936, Zürich 1948 and Rome 1954.

Member of the Technical Forestry Committee 1940–41, and the Scandinavian Forest Union's Committee from 1946.

Member of the Executive Committee of the Norwegian Agricultural Scientific Research Council 1948–55.

Hon. member of the Students' Union at Ås, of the Forestry Students' Society, of the Norwegian Foresters' Association, and of the Swedish Forestry Society.

Member of the Academy of Science in Oslo, and of the Royal Agricultural Academy in Sweden. Corresponding member of the Finnish Forestry Association, and of the Commonwealth Forestry Bureau, Oxford.

Knight of St. Olav's Order (1st class).

Commdr. 2nd cl. «Nordstjerneordenen».

Grand Cross of «Hestehoven», Students' Union at Ås.

Grand Cross of «Den grønne gren», Norwegian Foresters' Association.

Awarded the Norwegian Forestry Society's Diploma and Golden Needle.

For reasons of health, Professor Eide retired at his own request in 1956 from his post with the Norwegian Forest Research Institute.

The greater part of Professor Eide's work in forestry has been connected with research. As leader of the Norwegian Forest Research Institute for so many years, he has been responsible for, and has the credit for the development this institution has undergone throughout a building-up period which has, in various ways, presented many difficulties. The history of the Forest Research Institute, therefore, gives also in substance an account of Professor Eide's contribution to forest research work.

The Norwegian Forest Research Institute was established in accordance with a Parliamentary Resolution of 13th June, 1917. The field work began in 1918, the year in which Eide was appointed to the Forest Research Institute. In the Parliamentary Resolution, the terms of reference of the Institute are defined as follows:— «The task of the Research Institute is to explore and unravel the circumstances which are of significance for the existence, development and regeneration of the Norwegian forests, for a rational and profitable forestry technique, as well as for forest cultivation and reclamation of unproductive land for afforestation.» These are exacting requirements, especially when it is remembered that the personnel of the Forest Research Institute on establishment consisted only of the leader, an assistent and a clerk. The first leader, Erling Archer, resigned as early as in 1921, at his own wish. From this time, Professor Eide has been in charge of the Forest Research Institute. In 1920, a new clerk was appointed, but no further additions were made to the permanent staff until 1932, when a research officer in forest biology was appointed. In 1938, the Forest Research Institute employed a research officer in forest technology. Research officers have subsequently been appointed in forest tree breeding and in forest engineering as well as two research officers in research on yield and management. The amounts granted to the Forest Research Institute's activities up to the middle of the nineteen-thirties were very small.

In spite of the limited staff and the modest means which were at its disposal, the Forest Research Institute performed during the first twenty years a work of considerable importance, which laid the foundation for and made possible the expansion which has subsequently taken place, especially during the years following 1945. At the time of establishment of the institute the forestry conditions in Norway were different from what they are today. Despite the fact that the pulp industry had already greatly improved the market for the

smaller dimensions, the practical forestry managers were to a great extent still traditionally bound to silvicultural views which had been the only ones economically possible during the sawmill period at the close of the previous century, and in the first ten years of the present one. Selection cutting and felling to a diameter limit were the usual practice, and regular regeneration felling, in the modern sense, was then generally regarded as forest devastation. Under these conditions, the work of the Forest Research Institute was planned with a dual objective — in the first place it was necessary to lay out as many permanent experimental plots as possible, in order to gain experience regarding the yield of even-aged stands and the results of regular regeneration fellings. This work, however, is of a long-term character, and it will take years before results are available. In the second place, problems of immediate interest and direct use in practical forestry were dealt with, e. g. the preparation of volume tables for logs and standing forest, the elucidation of the relation between summer temperatures and seed ripening, etc. These investigations were performed during the course of a short number of years, and the direct practical use accruing from these tasks was greatly conducive towards giving the Forest Research Institute that confidence within forestry which has since been a most important asset.

The permanent experimental plots which were gradually established on various sites in the forest districts also gave very significant results for practical forestry, long before the material was sufficient to prepare yield tables. Especially during the first 10 — 15 years of the work of the Forest Research Institute, the usual forest treatment deviated very widely in practice from the methods of silviculture which were and still are used on these permanent experimental plots. These plots, therefore, also became practical demonstration plots for a forest treatment which led discussions on silvicultural methods away from theory and out into the forest itself, and to the actual conditions prevailing at each particular place. The exhange of opinion which this occasioned between the practical foresters and the Forest Research Institute's staff have undoubtedly been of great significance for both sides. Professor Eide has always laid great stress on this, has spent much time on this spreading of information, and by his share in this activity has been instrumental to a large extent in preparing the change-over of Norwegian forestry towards a rational forest management, which began in the nineteen-thirties.

The forest industry has also shown great interest in the work of

the Forest Researh Institute, which has pointed out the way to increased forest yield and improved timber quality.

During the course of the nineteen-thirties, the activity of the Forest Research Institute increased greatly, and since 1945 the development has been rapid. The Government grant has increased, and considerable sums are provided by the Forestry and Forest Industries' Research Organization, and by the Norwegian Agricultural Scientific Research Council (N.L.V.F.) At the beginning of 1956, the permanent staff of the Forest Research Institute consisted of 3 professors, 4 research officers, 18 assistants (whereof 10 are paid for by the N.L.V.F.), one office manager, and an office and laboratory staff of 9. In addition, the Forest Research Institute has about 30 temporary assistants. The new Institute building, which was completed in 1954, has made possible an increased activity, and the Forest Research Institute can now undertake investigations which were previously impossible because of lack of laboratories, etc.

The extension of the research at the Norwegian Forest Research Institute has as a background the fact that the yield of the forests is of great importance to our country, as the forests provide raw material for one of our leading export trades, as well as meet the large home demand for forest products. The Norwegian Forest Research Institute today is well prepared to deal with the many problems which arise within forestry. As leader of the Norwegian Forest Research Institute for 35 years, Professor Eide has laid a solid foundation for future investigations at this central institution for forest research in our country. The results of the work performed at the Forest Research Institute, together with Professor Eide's ability to inspire others with his own enthusiasm for and belief in forest research and the future possibilities of forestry, have been of great significance, and have given the Forest Research Institute the position it has today.

Artikler, avhandlinger og utredninger
forfattet av Erling Eide
Reports and articles
by Erling Eide

1921. Vort skogforsøksvæsen. Skogeieren nr. 17, 1921.

1922. Skogforsøksvæsenets virksomhet fra januar 1920 til 30. juni 1921. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 2, 1922.
Om tømmerets form i Trøndelags vasdrag. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 2, 1922.
Skogforsøksvæsenets tømmerundersøkelser. Tidsskr. Skogbr. nr. 11–12, 1922.

1923. Skogforsøksvæsenets bygning og anlæg. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 3, 1923
Skogforsøksvæsenets virksomhet 1921–22. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 3, 1923.
Om temperaturmålinger og frøsætning i Nord-Norges furuskoger 1920. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h, 3, 1923.
Om kubering av stående skog. I. Furuskog. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 3, 1923.
Statens skogforsøksvæsen. Skogeieren nr. 6, 1923.
Er furufrøet modent iaar? Skogeieren nr. 23, 1923.
Skogforsøksvæsenets virksomhet 1922–23. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 4, 1923.
Kubering av stående skog. II. Granskog. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 4, 1923.
Lerkeplantningen i Jelsa, Ryfylke. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 4, 1923.
Om rentabiliteten ved produktion av svilletømmer. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 4, 1923.

1924. Fred er ei det beste. Skogeieren nr. 4, 1924.
Er blædning norsk? Skogeieren nr. 5, 1924.
Kubering av staaende skog. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. 1924.
Et merkelig skogbestand — Tinved. Tidsskr. Skogbr. nr. 10, 1924.

1925. Skogforsøksvæsenets virksomhet 1923–24. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 5, 1925.
Fremgangslinjer ved studier av formutviklingen inden forskjellige skogtyper. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 5, 1925.
Kubering av stående skog. III. Fortsatte undersøkelser over formfaktorens avhængighet av høide og brysthøidediameter i granskog. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I. h. 5, 1925.
Undersøkelser av norsk furufrø fra modningsåret 1923. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 5, 1925.
Om såforsøk med nordnorsk furufrø. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. I, h. 5, 1925.
Vort skogforsøksvæsen hittil og herefter. Tidsskr. Skogbr. nr. 6, 1925.
Skogforsøksvæsenets opgaver i Nord-Norge. Tidsskr. Skogbr. nr. 10–11, 1925.
Skogforsøksvæsenets virksomhet 1924–25. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. II, h. 1, 1925.
Norwegen, Litteraturreferater i Forstlicher Jahresbericht 1924–1925.

1926. Granskogens foryngelsesforhold i Namdalstraktene. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. II, h. 2, 1926.
Om sommervarmens innflydelse på årringbredden. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. II, h. 2, 1926.
Er skogbruksvidenskapen internasjonal? Skogbrukeren nr. 3 og nr. 14, 1926, nr. 8, 1927.
Kubering av staaende skog. Tidsskr. Skogbr. nr. 9 og nr. 12, 1926.
Streiftog paa faglige felter. Skogbrukeren nr. 12, 1926.
Skogtrærnes frøsetning 1926. Tidsskr. Skogbr. nr. 12, 1926.
Ensaldrede bestands indre struktur og utvikling. Tidsskr. Skogbr. nr. 2, 1926.

1927. Skogforsøksvesenets virksomhet 1925–26. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. II, h. 3, 1927.
Undersøkelse av nordenfjelsk granfrø 1925. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. II, h. 3, 1927.
Granens skyggetaalsomhet. Skogbrukeren nr. 1, 1927.
Skogforsøksvesenets publikasjonssprog. Tidsskr. Skogbr. nr. 1, 1927.
Hypoteser, rødraate m. m. Skogbrukeren nr. 4, 1927.
Underskogen. Skogbrukeren nr. 14, 1927.
Some recent forest research in Norway. Forestry, Vol. 1, no. 1, 1927.
Carl Mar. Möller: Det forstlige Europa 1926. Skogbrukeren nr. 19, 1927.
Et svar til flere. Skogbrukeren nr. 20, 1927.
Stammeformsproblemet. Tidsskr. Skogbr. nr. 11, 1927.
Kubering av stående skog. IV. Granens form innenfor bark. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. II, h. 4, 1927.

1928. En drøm om realiteter. Skogbrukeren nr. 3, 1928.
Våre kuberingsmetoders nøiaktighet i nordenfjelsk skog og fjellskog. Tidsskr. Skogbr. nr. 9, 1928.
Skogtrærnes frøsetning 1928. Tidsskr. Skogbr. nr. 11, 1928.
Norwegen. Litteraturreferater i Forstliche Rundschau 1928–1942.

1929. Om skogforskningens vesen og forutsetninger. Medd. D. n. Skogforsøksv., B. III, h. 2, 1929.
Avsmalningstabell for granskog. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. III, h. 4, 1930.
Aktuelle sider ved vår skogbehandling. Skogbrukeren nr. 8, 1929.
Egen skogforsøksstasjon for fjellbygdene og Trøndelag? Skogbrukeren nr. 19, 1929
Skogtrærnes frøsetning 1929. Tidsskr. Skogbr. nr. 2, 1929.

1930. Retningslinjer ved studiet av tilvekstlovene. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. III, h. 4, 1930.
Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. III, h. 4, 1930.
Den internasjonale kongress av forstlige forskningsanstalter i Stockholm 1929. Tidsskr. Skogbr. nr. 2, 1930.
Anvendt videnskap i moderne belysning. Foredrag holdt på Norsk Træmassekompanis møte i Oslo 9.–10. december 1921. Utgitt av Norsk Træmassekompani A/S, Oslo 1930.
Skogtrærnes frøsetning 1930. Tidsskr. Skogbr. nr. 11, 1930.
Forsøkslederne har ordet! Litt om Det norske Skogforsøksvesen og dets arbeide. Norsk Landmannsblad nr. 46, 1930.

1931. Norsk Forstmannsforenings fremtid. Norsk Forstmannsforenings årsberetn. 1930. Oslo 1931.
Norske forstmenn fra 1853 til 1928. Matrikel utarbeidet av Erling Eide, Johan Greve Juul og A. Skatvedt. Utgitt av Norsk Forstmannsforening. Oslo 1931.
Skogtrærnes frøsetning 1931. Tidsskr. Skogbr. nr. 9–10, 1931.

1932. Det norske Skogforsøksvesens virksomhet 1926–1931. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. IV, h. 1, 1932.
Furuens vekst og foryngelse i Finnmark. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. IV, h. 2, 1932.
Bidrag til utformning av en norsk skogbruksterminologi. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. IV, h. 2, 1932.
Skogtrærnes frøsetning 1932. Tidsskr. Skogbr. nr. 11, 1932.
Blandingsskog. Tidsskr. Skogbr. nr. 11, 1932.

1933. Kort veiledning i skogens behandling. Oslo 1933.
Skogtrærnes frøsetning 1933. Tidsskr. Skogbr. nr. 11, 1933.

1934. Fløtningsforsøk med optrukket søkketømmer. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. V, h. 3, 1934.
Skogtrærnes frøsetning 1934. Tidsskr. Skogbr. nr. 12, 1934.
1935. Frøåret i Trøndelag mislykket. Skogbrukeren nr. 1, 1935.
Skogtrærnes frøsetning 1935. Tidsskr. Skogbr. nr. 11, 1935.
1936. Hvorledes kan vi innvirke på skogens tilvekst? Fører ved Norsk Forstmannsforenings studieutferd 17. til 20. juni 1936. Oslo 1936.
Aktuelle problemer i norsk skogbruk. Forstl. Tidskr., Helsingfors, nr. 4, 1936.
1937. Hugsttidens og fløtningstidens innflytelse på furutømmerets kvalitet i Arendalsvassdraget. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. VI, h. 1, 1937.
Industri og skogbruk. Samarbeide om felles interesser. Papir-Journalen nr. 2, 1937.
Norsk skogbruk under utvikling. Bilag til Tidsskr. Skogbr. 1937.
Norsk skogbruk under utvikling. Svar til jägmästare Gunnar Ullén. Tidsskr. Skogbr. nr. 5, 1937.
Norsk skogforskning. Det norske gjensidige Skogbrandforsikringsselskap 1912–1937. Oslo 1937.
Tysk skogbruk idag. Tidsskr. Skogbr. nr. 4 og 5, 1937.
1938. Skogbruk og skogforskning i Norge. Foredrag holdt i Den norske Ingeniørforening 3. desember 1937. Oslo 1938.
Biologiske og økonomiske synspunkter ved pleie av skog. Foredrag holdt i Norsk Rikskringkasting 27. desember 1937. Oslo 1938.
1939. Kort veiledning i skogbruk. Landbruksdepartementets Småskrift nr. 49. Oslo 1939. Nye opplag 1946 og 1953.
Retningslinjer for norsk skogbruk. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. h. 2, 1939.
1941. Produksjonsundersøkelser i granskog. Av Erling Eide og A. Langsæter. Medd. D. n. Skogforsøksv. B. VII, h. 3, 1941.
Professoratet i skogskjøtsel. Skogbrukeren nr. 1, 1941.
1942. Streif gjennom de senere års forsøksresultater. Norsk Landbruk nr. 32–33 og 36–37, 1942.
På vei mot plan og orden i norsk skogbruk. Tidsskr. Skogbr. nr. 11–12, 1942.
1943. Skogbruket i Østfold. Beretning for Østfold Skogselskap 1942. Halden 1943.
Om tynningsteknikk i teori og praksis. Tidsskr. Skogbr. nr. 5–6, 1943.
1944. Om anlegg av demonstrasjonsfelter i skogbygdene. Tidsskr. Skogbr. nr. 3–4, 1944.
Skogrøkt (Skogskjøtsel). 2 lærebrev. Norsk korrespondanseskole. Oslo 1944.
1945. Om fagkunnskap i skogbruket. Skogeieren nr. 5, 1945.
Skog og beite. Skogbrukeren nr. 2, 1945.
Skogrøkt. 10 lærebrev. Skogeierforbundets Brevskole. Oslo 1945.
Rasjonalisering av skogforskningen. Tidsskr. Skogbr. nr. 11–12, 1945.
1946. Fuglelivet i skogene og våre forstlige retningslinjer. Tidsskr. Skogbr. nr. 1, 1946.
Det norske Skogforsøksvesens virksomhet og framtidsoppgaver. Skogeieren nr. 4, 1946.
1947. Skogindustrien og skogforskningen. Norsk Skogindustri 1947 s. 106–108.
Den 6. nordiske skogkongress 1947. Skogeieren nr. 12, 1947.
1948. Skogen og klimaet. Særtrykk av: Skogen og klimaet, ti foredrag holdt på den skogsmeteorologiske studieuke ved Bergens Museum 27.–30. mars 1946. Utgitt av Bergens Museum 1948.
De norske skoger som råstoffkilde for treforedlingsindustrien. Skogeieren nr. 2, 1948. Norsk Skogindustri 1948 s. 18–22.
Norsk skogbruk gjennom 50 år. Landbruksuken 1948. Trondheim 1948. Også trykt i Skogeieren nr. 4, 1948.

Norske forstmenn gjennom 50 år. Festskrift, Norsk Forstmannsforenings 50-årsjubileum 1898–1948. Oslo.

1949. Hogstmåter og fremtidsmål. Skogbrukeren nr. 1, 1949.
Det norske Skogforsøksvesen. Det norske Skogselskap gjennom 50 år. Oslo 1949.
Skogforskningen og næringslivet. Norsk Skogindustri 1949 s. 295–298.
Årsberetning 1948 fra Det norske Skogforsøksvesen. Beretning og regnskap for Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening s. 35–43. Oslo 1949.

1950. Erfaringsgrunnlaget for de offentlige retningslinjer i norsk skogbruk. Skogeieren nr. 4, 1950.
Svar til herr forstkandidat Ola Buttingsrud jr. Skogbrukeren nr. 21, 1950.
Årsberetning 1949 fra Det norske Skogforsøksvesen. Beretning og regnskap for Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening s. 29–31. Oslo 1950.

1951. Det norske Skogforsøksvesens nye instituttbygning. Norsk Skogindustri 1951 s. 401–402.
Årsberetning 1950 fra Det norske Skogforsøksvesen. Beretning og regnskap for Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforenings Skogforskningsgruppe. Oslo 1951.

1952. Årsberetning 1951 fra Det norske Skogforsøksvesen. Beretning og regnskap for Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforenings Skogforskningsgruppe. Oslo 1952.

1953. Vårt skogbruks stilling idag. Skogeieren nr. 8, 1953. Også trykt i Hedmark Skogselskaps Årsmelding for 1953. Elverum 1954.
Årsberetning 1952 fra Det norske Skogforsøksvesen. Beretning og regnskap for Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforenings Skogforskningsgruppe. Oslo 1953.

1954. Norsk skogforsknings mål og arbeidsoppgaver. Norsk Skogindustri 1954 s. 205–209.
Årsberetning 1953 fra Det norske Skogforsøksvesen. Beretning og regnskap for Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforenings Skogforskningsgruppe. Oslo 1954.

1955. Årsberetning 1954 fra Det norske Skogforsøksvesen. Beretning og regnskap for Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforenings Skogforskningsgruppe. Oslo 1955.
Hvor står vi idag? Norsk Skogbruk nr. 1, 1955.

Professor Erling Eide,

bestandsskogbrukets store forkjemper.

Helt siden jeg overtok stillingen som generaldirektør for Borregaard-koncernet i slutten av 1933 har jeg hatt anledning til å følge daværende forsøksleder Erling Eide's utrettelige arbeide for skogens trivsel og fremgang i vårt land.

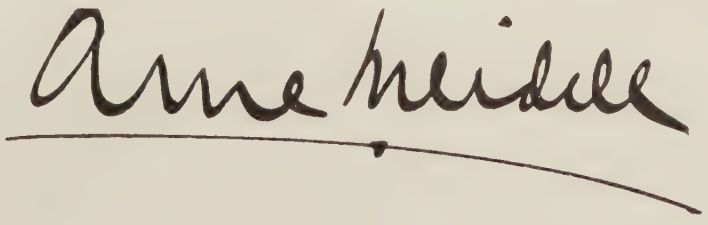
Hans mange videnskabelige utredninger i årenes løp har vært av den største betydning for en bedre forståelse av skogbrukets mange problemer. Herr Eide har vært en overordentlig dyktig forsøksleder, en utmerket ambassadør for det norske skogbruk, både her hjemme og utenlands, og vunnet stor anerkjennelse.

Hans største innsats må dog sies å være det verdifulle arbeide for de nye behandlingsmetoder i skogbruket som bygger på bestandsskogbruket. Herr Eide har vært en ildsjel og har hatt en sjelden evne til å gjøre sine forskningsresultater kjent og forstått av de praktiske skogbrukere.

Det har falt i min lodd noen ganger å komme til professor Eide med forslag og med forstlige problemer. Det er meget oppløftende da å bli møtt av ham i en optimistisk atmosfære og med tro på at noe nytt kan gjøres og føres frem.

Det er med virkelig glede i sinnet at jeg vil hylde professor Eide. Hans navn vil fremover i årene lyse frem som en banebryter i norsk skogbruk.

Borregaard Hovedgaard i april 1956.



Skogforskningen og det praktiske skogbruk.

Av skogforvalter Knut Skinnemoen.

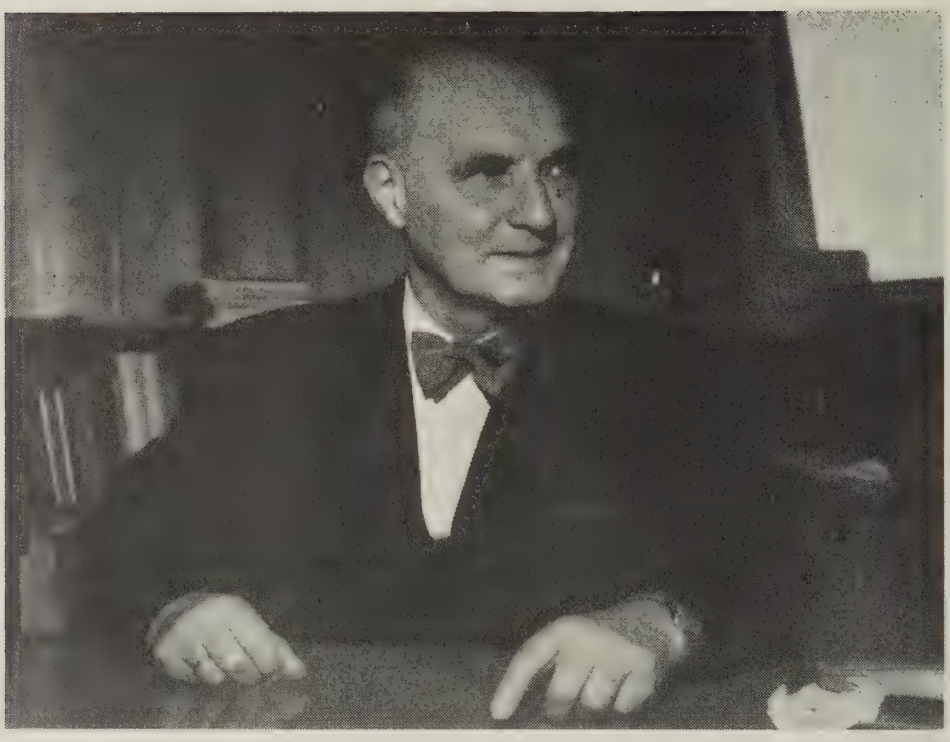
Skogforskningen har et praktisk sikte. Den skal vise den beste veg framover for det praktiske skogbruk.

Formålsparagrafen i statuttene for Det norske Skogforsøksvesen uttrykker dette slik: «Forsøksvesenets oppgave er å utforske og klarlegge de forhold, som har betydning for de norske skogers eksistens, utvikling og gjenvekst, for en rasjonell skogdrift og det økonomiske utbytte av denne samt for skogkultur og innvinning av uproduktivt (forsumpet) land for skogproduksjonen.»

Reglementet for Vestlandets forstlige Forsøksstasjon bestemmer på tilsvarende måte at det er «stasjonens oppgave å arbeide med praktisk-vitenskapelige undersøkelser av spørsmål hvis løsning er av betydning i første rekke for skogplantingen og dernest for skogens behandling på Vestlandet.»

Skogforskningen har etter dette et meget stort og mangeartet arbeidsfelt, og oppgaven er økonomisk sett særdeles viktig, ikke bare for skogeierne, men for hele nasjonen, da avkastningen av skogene er et viktig grunnlag for en rekke andre grener av norsk næringsliv.

Norsk skogforskning går tilbake til forrige århundre, men det var først for om lag 40 år siden den fikk fastere form og større bredde, etterat våre to forsøksstasjoner kom i virksomhet. Den hadde ingen lett utgangsstilling. Dette hang for en del sammen med det utviklingstrinn skogbruket stod på, men det skyldtes også — og ikke minst — landets naturlige beskaffenhet. Norsk natur er rik på variasjoner og motsetninger. Det gjelder de grunnleggende vekstfaktorer, klima og jordbunn, og det gjelder selve lendet, som skaper mange slags driftsmessige problemer. De skiftende økonomiske forutsetninger aksenturer det brokete bilde av skogbruks-Norge. For forskningen må denne mosaikk likevel fortone seg som et fristende objekt, med store



Forskningssjefen.

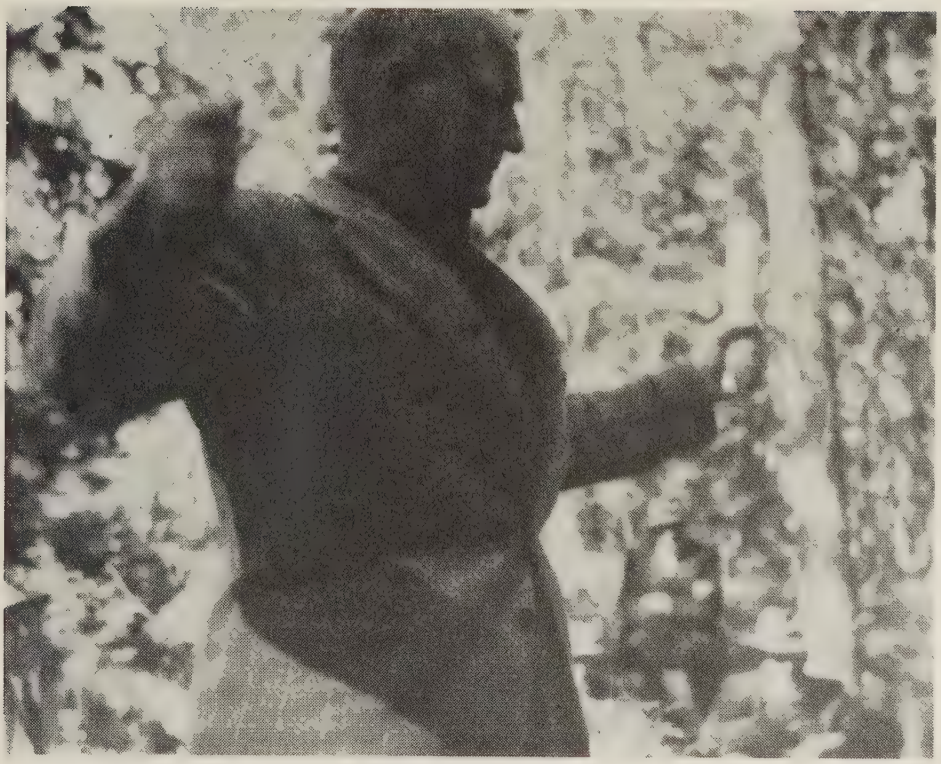
muligheter for interessante og praktisk verdifulle resultater. Da den forstlige forskning tok til, hadde man en jomfruelig jordbunn å arbeide i. Nærsagt hvert spadestikk hadde utsikt til å gi funn av verdi. Personalet og hjelpemidlene var svært sparsomme, og forståelsen av forskningens betydning var liten på mange hold, men likevel ble verdifulle arbeider trykkferdige alt i de første år etter starten.

På lengere sikt måtte imidlertid norsk skogforskning komme til å stå overfor et stort antall vanskelige oppgaver, som bare kan løses gjennom et omfattende og selvstendig detaljarbeid.

Den praktiske skogbruker ønsker raskest mulig å få resultater, råd og resepter, til fromme for skogen og egen lommebok. Han spør etter kroner og øre, forståelig nok. Skogbruk er nå engang en økonomisk virksomhet.

Når det kan påvises at det er økonomisk fordelaktig å nytte et bestemt redskap, eller at en plantemåte er både fullgod og billig i bruk, så er det blinkskudd. Slike resultater finner lett vegen ut i praksis, og mange av dem er vi nå så fortrolig med at vi nesten ikke tenker på hvor de skriver seg fra.

Men i mange spørsmål er vegen fram både lang og besværlig,



På skogens talerstol.

og her kan praktikerens tålmodighet bli satt på en hard prøve. Når skogforskeren stikker et termometer i jorda eller en ørliten elektrisk temperaturmåler inn i barnåler og registrerer vidt og bredt, eller når han leker med podninger av skogtrær i blomsterpotter, kan den praktiske mann synes at forskeren virker livsfjern. Noen vil kanskje også si at dette er naturfag og ikke skogbruk. Men skogen er et naturfenomen, og utforskningen av den må i stor utstrekning skje i det naturvitenskapelige plan.

Her er det nødvendig å innrømme forskerne tid og vilkår til å arbeide med de grunnleggende spørsmål. Skogforskningen har ganske visst et praktisk sikte, men resultatene må først og fremst være vitenskapelig holdbare, dvs. de må gå så dypt at de i størst mulig utstrekning blottlegger sammenhengen i fenomenene. Et registrert resultat kan tenkes å framkomme ved flere forskjellige konstellasjoner av faktorer, og hvis ikke dette er tilstrekkelig klarlagt, kan bruk av nye metoder føre til økonomisk tap, og dermed til skuffelser, tilbakeslag, kanskje til tillitskrise.

Og ikke nok med det. Selv anvendt forskning av høy kvalitet vil

med tiden risikere å løpe tom hvis ikke grunnforskningen stadig pleies på bred basis. Med grunnforskning sikter en her bl. a. til de «rene» naturvitenskaper, som søker å klarlegge naturfenomenene uten baktanke om «matnytte», men som likevel så ofte har gitt resultater av grunnleggende betydning for menneskenes daglige liv. Vår generasjon skulle ha særlige forutsetninger for å se dette.

Ved begge våre institutter for skogforskning har vi da også naturvitenskapelige avdelinger. Fra disse er det kommet resultater som har lagt et nytt og fruktbart grunnlag for synet på hvordan skog bør stelles i Norge. Og her er det ennå sikkert mye å vinne.

Det norske Skogforsøksvesen hadde en jevn vekst, tiltross for at det enkelte ganger ble ført et farevarslende språk fra høye myndigheter. Særlig etter den annen verdenskrig har institusjonen skutt rask veskt, takket være bl. a. sterk øking i de disponible pengemidler.

En anselig rekke bind i serien «Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen», en ny, tidsmessig instituttbygning med godt utstyr og en sterkt økt stab av forskere og medarbeidere er ytre uttrykk for vekst og for økt forståelse av forskningens betydning.

Forskningssjefen trer markant fram i dette bildet. Professor Eide har ledet Det norske Skogforsøksvesen i over en mannsalder. Han hadde den lykke å få en stor oppgave alt i unge år, og han gikk inn for den med en glød og intensitet som bare de få er i besittelse av.

Eides forskningsmessige innsats ligger særlig på taksasjonens og produksjonsforskningens område og har resultert bl. a. i tabellverk som hører til den praktiske skogsmanns mest brukte verktøy. Skogforsøksvesenet har for første gang presentert vel funderte oppgaver over hva norsk naturskog av gran kan produsere, når den blir godt stelt. Dermed er det satt et mål for skogbrukernes arbeid og gitt et grunnlag for å trekke de lange retningslinjer for norsk skogbruk og skogpolitikk. En sammenligning mellom produksjonstabellenes oppgaver og den virkelighet vi står oppe i gjør det klart at vi årlig taper veldige summer ved at skogene ikke er i den forfatning at de kan nytte ut de naturgitte produksjonsvilkår. Det dreier seg ikke her om kroner og øre, men om hundrevis millioner kroner på første hånd og enda mye mer hvis vi kobler foredlingen inn i bildet. Vi praktikere, som syns at vi fortrinnsvis skal tenke økonomisk, bør reflektere dypt og alvorlig over denne ildskrift på veggen, gitt oss av skogforskningen, som et ansvar og en forjettelse.

På skogskjøtselens område tør Eides bidrag til utformingen av bestandspleien, særlig da tynningene, bli stående som en innsats av varig verd.

Skogskjøtteren.

Etter hvert som institusjonen vokste, la naturlig nok det administrative arbeid mer og mer beslag på sjefens tid og krefter. Sin natur tro har han satt hele sin kraft og vilje inn også her.

Som nevnt har skogforskningen et praktisk sikte. Skal forskningsresultatene bli fruktbare i skogbruket, må de i egnet form tilflyte de praktiske skogbrukere. Det er nemlig ikke så mange gitt å kunne suge den rette visdom av en moderne vitenskapelig avhandling om skogbruk, der ofte alle slags greske og andre tegn kan være kombinert på den mest uforståelige måte, så kanskje bare noen kurver og fotografier og et kort resyme til slutt er lett tilgjengelig for den menige skogbruker.

Det foreligger her en *pedagogisk oppgave* av meget stor betydning. Skogforskerne har neppe noen embetsplikt til å ta seg av dette opplysningsarbeidet. Ingen kan med rimelighet forlange mer av dem enn at de publiserer sine vitenskapelige avhandlinger og ellers av og til bestiger et høytidelig kateter og holder lærde forelesninger over egne forskningsresultater. Likevel har de i Norge gått inn i opplysningsarbeidet, beredvillig og i en utstrekning som neppe noe annet sted.

Det har sikkert kostet dem atskillig dyrebar tid og må ha vært en ekstra påkjenning, men denne virksomheten har utvilsomt hatt meget stor betydning for norsk skogbruk, særlig under den rivende utvikling det har gjennomgått i siste mannsalder. Det er vel forresten sannsynlig at nytten har vært gjensidig. Personlig samvær skaper langt sterkere kontakt enn trykksaker kan gjøre.

I dette opplysningsarbeid trer professor Eides skikkelse igjen særlig tydelig fram. På utallige utferder og skogdager har han vært det faglige sentrum. Opplagt, impulsiv, kampglad og veltalende har han stått på skogens talerstoler: en stubbe, stein eller tue, og i forståelige ordelag gitt de intenst lyttende skogsfolk del i forskningens resultater og i sitt ofte sterkt personlig pregede syn på skogbrukets problemer.

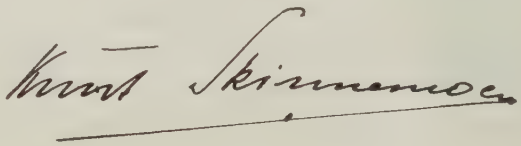
Det har ikke alltid gått så idyllisk for seg. Uten persons anseelse kan Eide refse så det svir. Han kan la sitt bergenske vidd spille skarpt mot fordom, dogmer og vanstell, så mange føler seg ille berørt, hvis da ikke ordene rammer på en slik måte at gemyttene flammer opp og stemningen blir amper. Men framfor alt kan han med varme og veltalenhet holde nydelige små forelesninger om skogens liv og produksjon, virkelig til å få forstand av.

Ikke minst på dette område er professor Eide blitt legendarisk i levende live. Betydningen av dette arbeidet lar seg ikke måle, for den vokser stadig videre, både i skogen og i sinnene.

Også i opplysningsvirksomheten er hele Eides personlighet sterkt engasjert, ikke bare fagmannen. Både under avviklingen av det faglige program i skogen og ikke minst under samværene etterpå kan hans lyriske åre bryte seg veg og sette farge på dagen og de små timer. Tross sin interesse for kroner og øre er de fleste skogbrukere ikke verre materialister enn at de vet å verdsette dette. Tvert om, slike menneskelige innslag styrker kontakten.

I sin skogsang har Eide fanget inn den drøm som de fleste skogsmenn bærer i sitt hjerte, selvom deres munn kanskje er nokså lukket i hverdagslaget.

Til slutt vil jeg gjerne gjenta noen ord som jeg har brukt før: «Et lyst trekk i bildet er det faktum at det nå er god kontakt mellom forskning og praktisk skogbruk. De to bør gi hverandre et fast og tillitsfullt håndslag, og så gå sammen inn i fremtiden.»



Det norske Skogforsøksvesens betydning for vegledningstjenesten i skogbruket

Av fylkesskogsjef Karl L. Mørkved.

Jeg kan selvsagt ikke vurdere den vitenskapelige verdi av de resultater Det norske Skogforsøksvesen har lagt fram i professor Eides tid som leder av vårt skogforsøksvesen. Det er imidlertid sikkert at forsøksvesenets meldinger er blitt kildeskrifter også for alle oss som har med vegledningstjenesten i skogbruket å gjøre. Mange av de arbeider som professor Eide har lagt fram, er blitt helt selvfølgelige hjelpemidler for alle som har med skog og skogprodukter å gjøre. En behøver bare å tenke på den serie av tabeller vi har fått for kubering av tømmer og skog på rot. Mange av disse tabeller bruker vi daglig, og vi kan vanskelig tenke oss å være dem foruten.

I professor Eides tid er vår viden om skog utvidet på alle felter. Der man før regnet med «tro og formening», har vi fått tall å holde oss til. De resultater som skogforsøksvesenet møysommelig, og med små midler har skaffet til veie, er etter hvert blitt suget opp i våre lærebøker. Disse som før støttet seg til utenlandske forskningsresultater — og delvis teorier, — har etter hvert fått en tryggere grunn å stå på. Dette har hatt den aller største betydning for det praktiske skogbruk, og da kanskje først og fremst for oss som skal veglede skogeierne.

Ved siden av det rent vitenskapelige arbeide, har professor Eide gjort en stor gjerning som reformator i vårt skogbruk og har en vesentlig del av æren for den omlegging som i de siste 20 årene er skjedd fra høstningsbruk til kulturskogbruk. Innsatsen på dette området kommer i tillegg til hans store vitenskapelige arbeider.

Etter mitt syn er det imidlertid professor Eides største fortjeneste at han og hans medarbeidere har tatt aktivt del i alt som skjer i det

praktiske skogbruk. Den kontakt som Det norske Skogforsøksvesen har holdt med det praktiske skogbruket er visstnok enestående. Professor Eide har alltid hatt tid til å være med på en rekke skogutferder. Det gjelder ikke bare de store utferder hjemme og i våre naboland hvor han bestandig har vært en glimrende ambassador for norsk skogbruk. Det gjelder også de mange små skogdager og utferder som er holdt i vårt vidstrakte land. Professor Eide og hans folk har ikke bare vært med og kastet glans over skogdagene våre, men også gitt dem faglig tyngde. Denne siden av professor Eides virksomhet har hatt en veldig stor betydning for oss som steller med disse tingene ute i distriktene.

Det er få av oss som har tid og forutsetning for å sette seg inn i forsøksmeldingene på egen hand. Får vi derimot resultatene referert i skogen på en populær måte, har vi lettere for å skjønne sammenhengen, og vi kan etterpå med større hell gi oss i kast med de utgitte beretninger. At denne virksomhet har tatt en stor del av forskernes tid, tror jeg allikevel er oppveid ved det at forsøksvesenets resultater på denne måte er gjort tilgjengelig for den alminnelige skogbruker.

Karl L. Mørkved

Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening.

Av diplomingeniør Hans Th. Kiær.

Når man ser tilbake på de kår skogforskningen har arbeidet under i dette land, og i like høy grad de kår industriens forskning har arbeidet under, er det lite å undres på at man måtte undersøke hvordan de verste ulempene skulle kunne rettes på.

Vel er det så at forskningens resultater, og de pengemidler forskningen rår over, ikke behøver å ha noen sammenheng med hverandre, men det lar seg neppe benekte at Skogforsøksvesenet før krigen led under de meget snaue budsjetter, og heller ikke Papirindustriens Forskningsinstitutt hadde det man kan kalle ordnede økonomiske forhold.

Så meget mere rosverdig er det at på begge steder ble det ytet fremragende arbeide og oppnådd høyverdige resultater.

Allerede mens krigen raste som verst, fløt det inn meddelelser til oss i Norge om hvordan alt som het forskning fikk bedre og bedre vind i seilene over hele verden. USA gikk selvsagt i spissen, men våre østlige naboer lå også langt fremme.

Våre menn forsto at skulle vi ikke bli totalt akterutseilt, vi som dessuten hadde all krigens styggedom å ta igjen, måtte vi satse på forskningen, og til og med innen krigen var riktig over, begynte arbeidet. Først som Sentralkomitéen for Skogindustrienes Forskning, og senere krystalliserte den fast oppbygde forskningsforeningen seg ut som et samlende hele for både skogbruket og skogindustriene.

Det første man tok fatt på var å skape en ordnet plan for økonomien, og her fikk man innført faste avgifter på virket og på produktene både mengdemessig og pengemessig, slik at man kunne regne med at industrien i forhold til produktenes pris og mengde ville bidra regelmessige beløp. Dermed kunne også forskningen legge lenger planer enn bare fra hånd til munn.

En av vanskelighetene var den at Skogforsøksvesenet er en statsinstitusjon hvis midler bevilges over statsbudsjettet. Denne del av institusjonen hverken kunne eller burde røres, og man fant da den utvei at Forskningsforeningen ytet penger til slike formål som Statens bevilgninger ikke rakk til. Forsøksvesenet hadde lenge hatt lyst til og planer om å ta opp studiet av vekstforedling av skogstrær, fortrinnsvis bartrær, men det hadde ikke bevilgningene vært store nok til. Industriens menn, som av naturen er utålmodige og vil ha resultater, så her en mulighet for en snarvei, og selv om det i forskning aldri finnes snarveier, ble det Forskningsforeningen som muliggjorde — i forbindelse med et engangsbidrag fra en del papirfabrikker — at Skogforsøksvesenet kunne ta opp vekstforedlingen på programmet i stor skala.

Da oppbyggingen av SSFF er ganske unique, bør det redegjøres litt for hvordan foreningen er konstruert.

Dens medlemmer er delt i 4 kategorier slik:

A. Bransjemedlemmer:

1. Norges Skogeierforbund.
2. Skogbruksforeningen av 1950.
3. De norske Papirfabrikanters Forening.
4. Den Norske Tremasseforening.
5. Norsk Celluloseforening.
6. Norske Wallboardfabrikkers Forening.
7. Norges Trelastforbund.

B. Rådgivende medlemmer.

1. Papirindustriens Tekniske Forening.
2. Foreningen til Treindustriens fremme.

C. Forskende medlemmer.

1. Det norske Skogforsøksvesen.
2. Papirindustriens Forskningsinstitutt.
3. Norsk Treteknisk Institutt.
4. Skogindustriens Økonomiske Institutt.
5. Energiforskningsgruppen i Samarbeid med Norsk Dampkjelforening.

D. Passive medlemmer.

Avgiften betales kun av Bransjemedlemmene og etter følgende satser:

Tømmer	1.25	øre	pr.	m^2.		
Trefritt papir	25	øre	pr.	m.tonn.		
Treholdig »	20	»	»	»	»	
Avispapir	16	»	»	»	»	
Papp	15	»	»	»	»	
Tremasse	3.5	»	»	»	»	50 % lufttørr.
Celluolse	25	»	»	»	»	lufttørr.
Wallboard	15	»	»	»	»	
Trelast	14	»	»	std.		

Dessuten utlignes det tilleggsbeløp, som trenges til å dekke årets budsjett, på medlemmene, skogeierne unntatt, med en viss promille, maksimum 1 o/oo på bedriftenes totale fakturerte salgverdi i det foregående kalenderår beregnet netto ab fabrikk.

Denne avgift rekker til å dekke et budsjett som stort sett dreier seg om 2 millioner kroner pr. år, og avgiften er skattefri for medlemmene.

I generalforsamlingen har medlemmene stemmerett slik:

Bransjemedlemmene 1 stemme for hvert kr. 25 000,— de betaler i avgift.

Rådgivende medlemmer har 5 stemmer hver.

Forskende medlemmer har 3 stemmer hver.

Passive medlemmer har ikke stemme.

Alle medlemsforeneningenes medlemmer har møte- og talerett i generalforsamlingen, men ved stemmegivning utpekes en stemmebærer som avgir stemme på medlemsforeningens vegne.

Foreningens styre, Forskningsstyret, består av en formann og en viseformann valgt direkte av generalforsamlingen og dessuten av formennene i medlemsforeningene under kategori A. B. og C.

I forbindelse med Koreakrigen oppsto det en boom i prisene på treforedlingsindustriens produkter, og Staten påla industrien store såkalte eksportavgifter. I forbindelse hermed ble det bestemt at en del av disse avgifter skulle komme industrien, respektive skogbruket, til gode til fellesformål, og det ble opprettet to fonds som styres av fondsstyrer og forvaltes av Prisdirektoratet. Disse fonds har hatt ganske store midler til disposisjon, og SSFF har fått bevilget betydelige beløp til sin virksomhet. Det har således vært mulig for SSFF å bekoste omtrent halvdelen av Skogforsøksvesenets nybygg på Vollebekk

med vel 3 mill. kr. og hele Papirindustrienes Forskingsinstitutts nye bygg på Blindern med ca. 8 millioner kroner. Dessuten har SSFF bevilget store beløp til bygning for Treteknisk Institutt og underbringelse for Skogindustriens Økonomiske Institutt.

Ennå finnes det store beløp i fondet, slik at man kan si at forskningens økonomiske fremtid i forbindelse med de årlige bidrag er trygg og sikret.

Man kan spørre seg selv hva det var som gjorde at det var mulig å finne tilslutning, ja kanskje også på enkelte hold begeistring for tanken om dannelsen av en slik forskningsforening.

Årsakene kan ha vært mange og de kan ha vært forskjellige hos de enkelte.

Den i begynnelsen av denne fremstilling nevnte forskningsvind, som hadde begynt å blåse over verden, kan ha hatt en stor, kanskje en avgjørende betydning. De praktiske fabrikkmenns daglige erfaring om nytten av arbeidet innen Papirindustrienes Forskningsinstitutt kan også ha gjort sitt. Det arbeide som senere har vært gjort av Treteknisk Institutt og av det Økonomiske Institutt, har virket sterkt overbevisende og bidratt til oppslutningen om foreningen.

Jeg tror imidlertid ikke jeg tar feil når jeg sier at det er Skogforsøksvesenets revolusjon i vårt syn på driften av våre skoger som har vært det største og mest utslagsgivende insitament.

Det program, at man innen en overskuelig fremtid skal kunne fordoble våre skogers produksjon, og det faktum at man ved periodevise takseringer kan fastslå at programmet holder, er ikke alene av den største nasjonal- og privatøkonomiske betydning, men det rører ved fantasien og setter en begeistring i sving uten hvilken ingen forskning er mulig.

Det er professor Erling Eides uvisnelige heder at han har vært merkesmannen her, at han har overført den begeistring han selv er besatt av på andre og at han derfor i fremste rom har vært en hovedhjørnesten i den bygningen som heter Skogbrukets og Skogindustrienes felles forskning.

Fredrikstad i mars 1956.

Hans Th. Kiær.

Gjenvekstundersøkelser på endel av A/s Van Severen & Co. Ltd.'s frøtrestillinger.

Av skogsjef Paul Brobakken.

Til orientering om skogforholdene i Namdal – hvor Van Severens skogeiendommer ligger – skal jeg referere noen tall fra Landsskogtakseringens takst fra 1942–45. Ifølge denne takst utgjør bonitetene 4 og 5 innen Namdal, henholdsvis 35,9 % og 23,4 %, eller tilsammen 59,3 % av skogarealet under barskogrensen som ialt utgjør 2 387 185 dekar. Hogstklasse V a og V b innen bonitet 4 utgjør henholdsvis 4,2 % og 71,4 %, for bonitet 5 er tallene 2,2 % og 91,9 %. Furuskogens prosentiske andel av den totale barskogkubikkmasse og -til vekst under barskoggrensen utgjør henholdsvis 12,3 % og 8,4 %.

Skogarealets prosentiske fordeling på vegetasjonstyper er slik: Gress- og urterik mark 7,3 %, moserik skog med urter 14,8 %, moserik skog med lyng 17,8 %, vannsyk skogmark 6,2 %, røslyngmark 11,2 %, lavmark 0,4 % og blåbærmark 42,3 %.

Landsskogtakseringens tall viser også at det før taksten var utført lite foryngelseshogster innen furumarkene i Namdal, idet hogstklasse I innen bonitet 4 utgjør bare 1,6 %, og for hogstklasse II 0,8 %, for bonitet 5 er tallene henholdsvis 0,4 % og 0 %.

Disse tall viser tydelig at det ligger store og omfattende oppgaver i å forynge disse arealer innenfor rammen av en hensiktsmessig driftsplan.

Dette må ikke oppfattes slik at hovedvekten av foryngelsen skal utføres på de dårlige marker. Det er selvsagt de marker med glissen bestokning innen de beste boniteter, med de største produksjonsmuligheter, som i første rekke må kultiveres med planting. Det har vi også forsøkt å gjøre.

Det er således i tidsrommet 1947–55 tilplantet 13 408 dekar med 4 782 900 planter, herav i året 1954 – 3 258 dekar og 1 002 000

Det ble også tatt observasjoner innen de enkelte prøveflater angående bestokningsforholdene før hogsten. Disse observasjoner ble betegnet slik:

F betegner furuskog uten innblanding av gran
F + G » » hvor gran har vært svakt innblandet
G + F » » » » » » sterkt »
G » gran alene på furumark.

Gjennom iakttagelser i marken har en funnet at villigheten for den naturlige foryngelse på frøtrestillingene er sterkt avhengig av bestokningsforholdene *før* hogsten. Dette fikk en også bekreftelse på gjennom denne undersøkelse. Furuens naturlige gjenvekst blir meget forsinket og redusert eller vanskeliggjort jo sterkere graninnblandingen i bestokningen har vært før hogsten. Det samme gjelder også forhåndsforyngelse. I ren furuskog er forhåndsgjenveksten (dvergplanter) svært ofte meget betydelig, mens den i områder hvor det har vært sterk graninnblanding er meget liten. En tenker da i første rekke på forhåndsforyngelse av høydeklassen 0—10 cm. Denne side av undersøkelsen var derfor av stor interesse å få klarlagt, idet det er bestemmende for i hvilke omfang bonitene 4 og 5 bør forynges ved planting, eller i hvilke områder brenning bør komme til anvendelse.

Tabell I.

Distrikt/skog	Feltets størrelse dekar	Ryddet år	Prøvebeltenes		Avstand mellom prøvebeltene m	Prøveflatenes	
			Antall stk.	Lengde m		Størrelse m	Antall stk.
NAMSSKOGAN							
Håpnes	237	1949/51	6	2 365	100	2×5	473
Trones I	25	1950	2	405	60	2×5	81
» II	93	1950	5	930	100	2×5	186
HARRAN							
Solum	56	1948	3	560	100	2×5	112
GRONG							
Hansmoen.....	43	1948	3	430	100	2×5	86
Bjørgan	45	1951	1	450		2×5	90
OVERHALLA							
Stordalen I	35	1949	4	345	100	2×5	69
» II	38	1949	1	380		2×5	76
Sum	572		25	5 865		2×5	1 173

Tabell II.

Distrikt/ skog	Feltet stør-relse dekar	Ryd-det år	Belte		Antall prøve-flater 2 × 5 m	Gj. vekst fordelt på høydeklasser			Plan-ter ialt på prøve-flatene	Til-svarer i gj.sn. pr. dekar
			Nr.	Lengde m		0–10 cm	10–25 cm	Over 25 cm		
NAMSSKOGAN Ø.										
Håpnes		49/51	I	375	75	118	84	58	260	347
		»	II	355	71	46	72	62	180	254
		»	III	445	89	289	89	77	455	511
		»	IV	465	93	70	46	27	143	154
		»	V	420	84	77	103	48	228	271
		»	VI	305	61	133	75	44	252	413
Sum	237			2 365	473	733	469	316	1 518	321
N. NAMSSKOGAN										
Trones		1950	I	180	36	17	79	120	216	600
	25	»	II	225	45	46	47	79	172	382
		»	I	260	52	91	75	23	189	363
		»	II	220	44	72	48	28	148	336
	93	»	III	150	30	127	82	16	225	750
		»	IV	180	36	4	8	13	25	69
		»	V	120	24	18	9	14	41	171
Sum	118			1 335	267	375	348	293	1 016	381
HARRAN										
Solum		1948	I	180	36	72	37	33	142	394
		»	II	160	32	130	81	32	243	759
		»	III	220	44	194	105	30	329	748
Sum	56			560	112	396	223	95	714	638
OVERHALLA										
Stordalen ..		1949	I	100	20	122	37	28	187	935
	35	»	II	80	16	5	4	2	11	69
		»	III	85	17	20	7	5	32	188
		»	IV	80	16	102	53	7	162	1 013
	38	»	I	380	76	148	111	56	315	414
Sum	73			725	145	397	212	98	707	488
GRONG										
Hansmoen		1948	I	160	32	252	82	52	386	1 206
og Bjørgan	43	»	II	145	29	32	52	22	106	366
		»	III	125	25	27	16	9	52	208
	45	1951	I	450	90	320	115	65	500	556
Sum	88			880	176	631	265	148	1 044	593
Sum alle dis-trikter	572			5 865	1 173	2 532	1 517	950	4 999	426

Tabell III.

Herred/skog	Namsskogan							
	Håpnes Felt: 237 dekar						Felt: 25 dekar	
Feltets størrelse, dekar	38	36	45	46	42	30	11	14
Ryddet år 19—	50	50	50	50	50	50	50	50
Prøvebelte, nr.	I	II	III	IV	V	VI	I	II
Prøvebelte, lengde	375	355	445	465	420	305	180	225
Prøveflatenes fordeling:								
Fastmark:								
I alt prøveflater, stk.	18	16	24	13	32	22	33	22
Herav med foryngelse, stk.	16	9	19	6	16	12	33	19
Herav med foryngelse, pst.	89	56	79	46	50	54	100	86
I alt planter, stk.	66	11	73	8	67	66	209	107
Gjennomsnitt pr. prøveflate, stk.	3,6	0,6	3,0	0,6	2,0	3,0	6,3	4,8
Gjennomsnitt pr. dekar, stk.	367	69	304	62	209	300	633	486
Forsumpet:								
I alt prøveflater, stk.	26	45	34	25	24	18	3	5
Herav med foryngelse, stk.	22	30	29	14	21	16	2	4
Herav med foryngelse, pst.	85	67	85	56	87	89	67	80
I alt planter, stk.	164	152	352	88	139	157	7	23
Gjennomsnitt pr. prøveflate, stk.	6,0	3,3	10,3	3,5	5,7	8,7	2,3	4,6
Gjennomsnitt pr. prøveflate, stk.	630	338	1035	352	579	872	233	460
Myr:								
I alt prøveflater, stk.	31	10	31	55	28	21		18
Herav med foryngelse, stk.	13	6	12	14	9	11		10
Herav med foryngelse, pst.	40	60	38	25	32	52		56
I alt planter, stk.	30	17	30	47	22	29		42
Gjennomsnitt pr. prøveflate, stk.	0,9	1,7	0,9	0,8	0,7	1,3		2,3
Gjennomsnitt pr. dekar, stk.	97	170	97	85	79	138		233
Alle marktyper:								
I alt prøveflater, stk.	75	71	89	93	84	61	36	45
Herav med foryngelse, stk.	51	45	60	34	46	39	35	33
Herav med foryngelse, pst.	68	63	67	37	55	64	97	73
I alt planter, stk.	260	180	455	143	228	252	216	172
Gjennomsnitt pr. prøveflate, stk.	3,4	2,5	5,1	1,5	2,7	4,1	6,0	3,8
Gjennomsnitt pr. dekar, stk.	347	254	511	154	271	413	600	382

Furuforyngelsen fordeler seg gjennomsnittlig slik på høydeklassene innen forsøksflatene:

Høydeklasse	0—10 cm	51 %
»	10—25 »	30 %
»	over 25 »	19 %

Trones Felt: 118 dekar					Harran Solum Felt: 56 dekar			Overhalla Stordalen Felt: 35 dekar				Felt: 38 dek.	Grong Hansmoen Felt: 43 dekar			Bjørgan 45 dekar
26	22	15	18	12	18	16	22	10	8	9	8	38	16	15	12	45
50	50	50	50	50	48	48	48	49	49	49	49	49	48	48	48	48
I	II	III	IV	V	I	II	III	I	II	III	IV	I	I	II	III	I
260	220	150	180	120	180	160	220	100	80	85	80	380	160	145	125	450
33	23	11	24	16			11	14	16	16	16	76	11	22	20	69
16	11	5	10	10			8	9	8	10	16	51	10	19	13	37
48	48	45	42	63			73	64	50	63	100	67	91	86	65	54
169	40	10	23	23			27	92	11	26	162	315	60	59	49	157
5,1	1,7	0,9	0,9	1,4			2,4	6,5	0,6	1,6	10,1	4,1	5,4	2,6	2,4	2,2
512	174	91	96	144			245	657	69	163	1013	414	545	268	245	228
7	20	5	7	8	27	25	23	6		1			20	7	5	8
4	15	5	1	3	23	17	21	6		1			20	5	1	7
57	75	100	14	38	85	68	91	100		100			100	71	20	88
20	108	91	1	18	139	191	269	95		6			323	47	3	197
2,8	5,4	18,2	0,1	2,2	5,1	7,6	11,6	15,8		6,0			16,1	6,7	0,6	24,6
286	540	1820	14	225	515	764	1170	1583		600			1615	671	60	2462
		14	5		8	6	10						1			13
		10	1		1	5	7						1			13
		71	20		11	71	70						100			100
		124	1		3	52	33						3			146
		8,8	0,2		0,3	8,6	3,3						3,0			11,2
		886	20		38	867	330						300			1123
52	44	30	36	24	36	32	44	20	16	17	16	76	32	29	25	90
20	26	20	12	13	24	22	36	15	8	11	16	51	31	24	14	57
38	59	67	33	54	67	69	82	75	50	65	100	67	97	83	56	63
189	148	225	25	41	142	243	329	187	11	32	162	315	386	106	52	500
3,6	3,3	7,5	0,6	1,7	3,9	7,5	7,4	9,3	0,6	1,8	10,1	4,1	12,0	3,6	2,0	5,5
363	336	750	69	171	394	759	748	935	69	188	1013	414	1206	366	208	556

Det bemerkes for foranstående at toppskuddene hos furuplantene i det år undersøkelsen ble foretatt (1954) i stor utstrekning var omkring 10 cm.

Tabell I viser hvor undersøkelsen er foretatt, samt feltenes stør-

relse, ryddingsår, prøvebeltenes antall og lengde samt avstand mellom prøvebeltene, ennvidere prøveflatenes størrelse og antall.

Tabell II viser gjenvekstens fordeling på høydeklasser, på prøveflatene og omberegnet pr. dekar.

Tabell I viser at det innen furumarkene ved denne undersøkelse er utmålt *1 173 prøveflater* (2 × 5 m), fordelt på 25 prøvebelter på 8 frøtrestillinger i 6 eiendommer innen 4 herreder.

Av disse 1 173 prøveflater ligger 15 flater innen plantet område eller over skogsveger, mens resten, *1 158 flater,* fordeler seg slik på marktypene:

Fastmark:

Antall prøveflater	558 stk.	
» » med furuforyngelse	363 »	(65 %)
» furuplanter pr. forynget prøveflate, gj.snittlig	5 »	
som tilsvarer pr. dekar, gj.sn.	504 »	

Forsumpet:

Antall prøveflater	349 stk.	
» » med furuforyngelse	267 »	(77 %)
» furuplanter pr. forynget prøveflate, gj.snittlig	9,7 »	
som tilsvarer pr. dekar, gj.sn.	970 »	

Myr:

Antall prøveflater	251 stk.	
» » med furuforyngelse	111 »	(44 %)
» furuplanter pr. forynget prøveflate, gj.snittlig	5,2 »	
» som tilsvarer pr. dekar, gj.sn.	521 »	

For alle marktyper utgjør:

Antall prøveflater	1 158 stk.	
» » med furuforyngelse	741 »	(64 %)
» furuplanter pr. forynget prøveflate, gj.snittlig	6,7 »	
som tilsvarer pr. dekar, gj.sn.	675 »	

Naturlig gjenvekst av gran er ikke tatt med i denne opptelling.

Fordelingen av furuforyngelsen innen *marktypene* i de enkelte prøvebelter og -flater framgår av tabell III. Denne viser også bestokning før hogsten og gjenvekstens fordeling på høydeklasser.

Som tidligere anført spilles granens innblanding i bestokningen før hogsten en avgjørende rolle for furuens naturlige foryngelses-

muligheter enten det nå gjelder forhåndsgjenvekst eller hurtigheten hvorved nyere gjenvekst kan innfinne seg etterat frøtrestillingen er ryddet.

Dette illustreres klart ved følgende observasjoner fra samtlige prøvebelter og flater:

Bestokning før hogsten	Prøveflater		Gj.snittlig antall furuplanter	
	med foryngelse %	uten foryngelse %	pr. forynget prøveflate stk.	Omberegnet pr. dekar stk.
F. (Furu uten innblanding av gran)	94	6	10,6	1 060
F + G. (Svak innblanding av gran) ..	80	20	4,8	480
G + F. (Sterk innblanding av gran) ..	65	35	3.7	370
G. (Gran alene på furumark)	38	62	2,6	260

Resultatene fra samtlige prøvebelter og -flater er også framstillet grafisk. Av plasshensyn tas med i forbindelse med denne utredning bare én figur. I alt er det 25 kurver.

Det er også konstatert at en stor del av gjenveksten er *forhåndsforyngelse* (dvergplanter), hvor den dominerende aldersklasse ligger mellom 5 til 15 år. En stor del av Van Severens frøtrestillingshogster er derfor fristillingshogst av gjenvekst, altså en høyst nødvendig hogst for å gi denne og ytterligere gjenvekst utviklingsmuligheter. Det kan heller ikke sies at denne hogst, utført innen rimelighetens grenser, angriper framtidig tømmerreserve i noen faretruende grad idet bestokningen på disse marker ligger vanligvis mellom 1—3 m^3 pr. dekar.

Årsaken til den store innvirkning granens innblanding i bestokningen før hogsten har på forekomsten av forhåndsgjenvekst og villigheten for at ny gjenvekst innfinner seg må for en overveiende del, etter min mening, tilskrives furuens store lyskrav. Forekomsten av gran medfører sterk skyggevirkning som igjen influerer på vegetasjons- og jordbunnsforholdene i ugunstig retning for furuplantenes spiring og trivsel. Sterk graninnblanding i overbestandet virker også på furuens konglesetting.

Når furuen blir satt i en glissen stilling, viser den en sterk reaksjon bl. a. ved at konglesettingen blir mere rik og gjentar seg med kortere mellomrom.

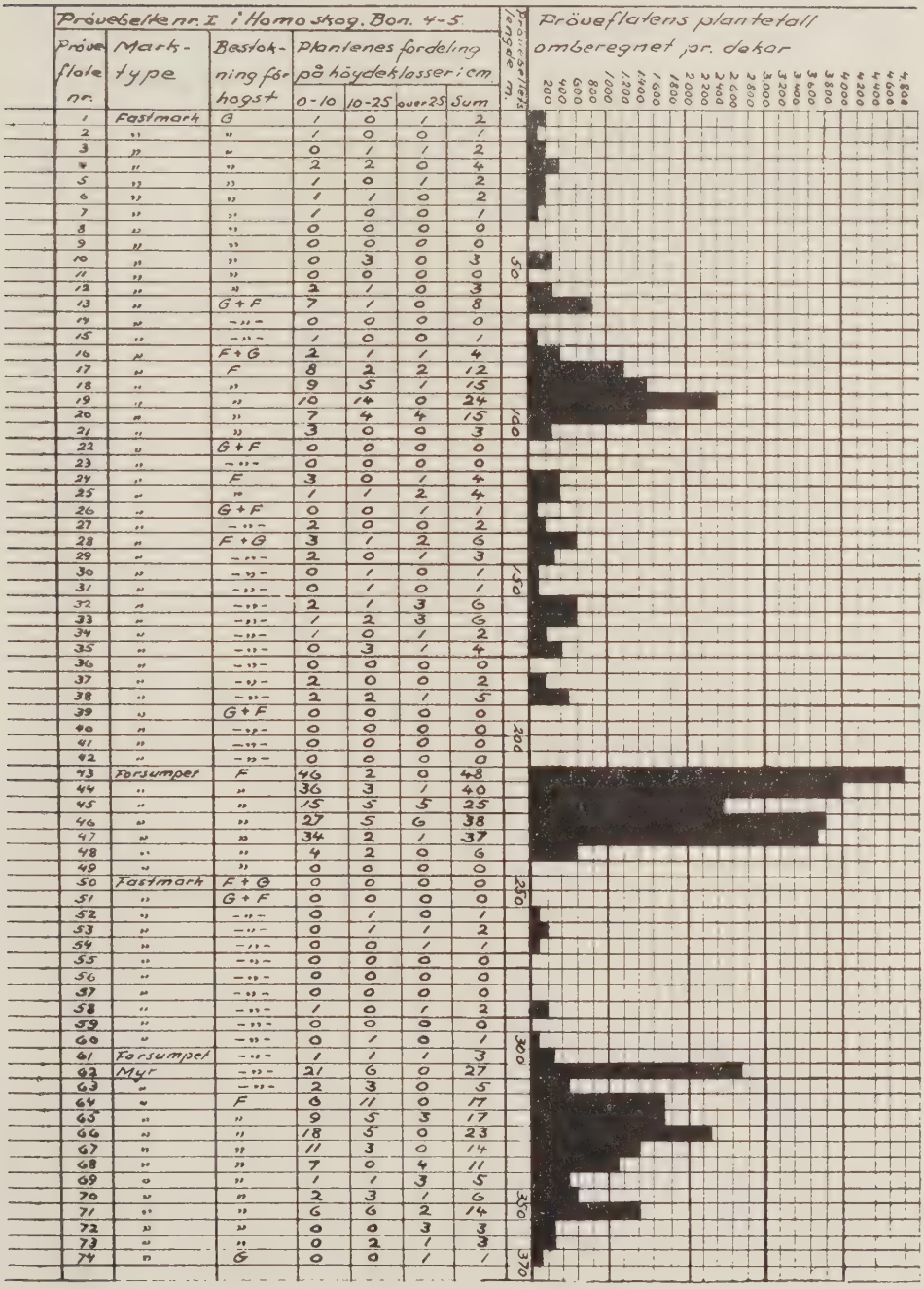
Gjenvekstundersøkelsen viser også at en skal nøye overveie hvilke marker som kan brennes for ikke å ødelegge den jevne forhåndsforyngelse en finner i stor utstrekning på visse marktyper under bestemte bestokningsforhold. Det er, som før nevnt, i første rekke på marker hvor bestokningen har vært ren furuskog eller i svak blanding med gran at en finner områder med jevn forhåndsforyngelse. En må regne med at slik gjenvekst vil gå tapt ved brenning. Her må en gå forsøksvis fram. Hertil kommer at en som regel må regne med å miste en stor del av frøtrærne, ofte 10 til 30 % eller mere, gjennom røk- og varmevirkning. Dette betyr meget på steder hvor det på forhånd er mangelfult med frøtrær. På den annen side befordrer brenning en sterk stimulans for plantenes trivsel i de vanskelige år gjennom brenningens gjødselvirkning og fordi brent mark har høyere jordbunnstemperatur.

Enten man nå på de vanskelige furumarker velger planting av furu eller brenning eller en kombinasjon av begge deler, hvis dette lar seg gjøre innen rimelighetens grenser, økonomisk sett, blir det i første rekke å ta under behandling med kultur de deler av furumarkene som har hatt mest innblanding av gran. Jeg tror en vanligvis må regne med 8 à 12 års ventetid på disse marker innen tilstrekkelig jevn naturlig foryngelse innfinner seg, forutsatt normal tilgang på frøår.

Innen de områder av furumarkene som trenger lengst tid førenn naturlig foryngelse kan påregnes, har vi derfor benyttet planting av 2/0 furu for å korte inn ventetiden. Likeså er det grunn til å forsøke brenning eller gjødsling av visse marktyper.

På figuren s. 45 vil en, som foran nevnt, se grafisk framstilling av resultatene fra tellingene i markene fra ett av prøvebeltene. Til venstre for kurvene vil en direkte kunne avlese hvor stort plantetall pr. dekar de observerte planter på prøveflatene representerer. En vil også her se hvordan gjenveksten varierer etter marktype og bestokning før hogsten.

Lignende variasjoner viser alle kurvene — hvilket også vil framgå av foranstående tabeller.



Det kan innvendes at denne undersøkelse er av for lite omfang til å kunne legges fram som sikre og representative data om tilstanden på de vel 50 000 dekar anlagte frøtrestillinger. Men ut fra de mange

iakttagelser og tidligere utlagte prøveflater, tør jeg påstå at den naturlige foryngelse på de øvrige frøtrestillinger ellers i distriktene vil vise noenlunde samme resultat. Men det er grunn til å foreta flere undersøkelser i tiden framover for å følge den videre utvikling innen disse felt og på nye felt innen flere og større områder. Det tror jeg heller ikke skal gi skuffende resultat. De framtidige undersøkelser kan også mere hensiktsmessig legges an etter nyere undersøkelsesmåte.

Det kan også i denne forbindelse nevnes at det er av stor interesse å legge an med lignende undersøkelser innen grankulturene i alderen 3—6 år for å komme fram til tallmessig uttrykk for kulturenes tilstand angående vekst, avgang og eventuell suplering.

Paul Brobakken.

Viltet og den moderne skogskjøtsel og drift.

Av skogsjef Leif Lykke.

Man hører undertiden den påstand at moderne skogskjøtsel og moderne skogsdrift er en av årsakene til at viltmengden har avtatt. Når man snakker om moderne skogskjøtsel og drift i denne forbindelse tenker man da på de hugstsystemer som fører til et ordnet bestandsskogbruk og på alle de tekniske hjelpemidler som i våre dage er tatt i bruk under skogsdriften. Spørsmålet om hvorvidt enkelte arter virkelig er avtatt i antall, hvis man ser utviklingen over en tilstrekkelig lang periode, skal jeg ikke ta opp her. Jeg vil bare minne om at forstmester I. B. Barth allerede i 1870-årene skrev at man snart hadde skutt den siste tiur i Norge. Siden dengang har man som bekjendt hatt mange perioder med rikelig tilgang på skogsfugl.

De viltarter som eventuelt skulle være påvirket av moderne former for skjøtsel og drift av skogene må da være de arter som vesentlig hører barskogen til.

Av vårt storvilt hører elg, hjort og rådyr hjemme i skogen. Stammen av disse dyr har øket voldsomt i den siste tyveårsperiode, og artene har spredt seg over et langt større utbredelsesområde enn tidligere. Denne ekspansjon ser ennu ikke ut til å ha kulminert. Vi vet riktignok ikke om økningen ville ha vært ennu større uten moderne skogskjøtsel og drift, men dette er meget lite sannsynlig. Og skulle moderne skogsdrift ha redusert økningen av vårt storvilt får vi bare være takknemlig for det, da bestanden av disse dyr mange steder i landet allerede er stor nok. Det ser iallfall ikke ut til at hjortedyrene på noen måte reagerer negativt for moderne former for skjøtsel og drift.

Av småvilt som hører barskogen til nevner jeg hare, ekorn, storfugl, orfugl og jerpe. Bestanden av hare og ekorn svinger sterkt i

relativt korte perioder som bestanden av alle gnagere gjør. Variasjonene i bestanden av disse arter er neppe større eller mindre hverken i positiv eller negativ retning enn de har vært i tidligere tider. Dette forhindrer ikke at bestanden av f. eks. hare i trakter nær tettbebyggede strøk kan ha avtatt ganske vesentlig i den senere tid på grunn av intens jakt og omstreifende hunder og katter, men dette forhold har ingen sammenheng med skogbehandlingen.

Bestanden av storfugl, orfugl og jerpe, som jeg nedenfor sammenfatter under betegnelsen skogsfugl har avtatt i de siste tyve år, hele landet sett under ett, og det er vel vesentlig disse arter man har i tankene når den moderne skogskjøtsel og drift får skylden for nedgangen i viltmengden. Denne nedgang er imidlertid ikke noe isolert fenomen for Norge. Artene har avtatt i samme periode over hele sitt utbredelsesområde i det nordlige Europa, og mange forskere har kastet seg over problemet. Ingen har ennu kunnet peke på noen enkelt avgjørende faktor som kan forklare den samtidige nedgang over dette svære område. Det er lite sannsynlig at moderne skogskjøtsel og moderne drift har spilt noensomhelst rolle for denne nedgang. Denne påstand bygger jeg bl. a. på det faktum at nedgangen var påtagelig over store deler av landet allerede i begynnelsen av 1930-årene, mens det vi idag kaller moderne skjøtsel og drift ennu bare var i sin spede begynnelse. Jeg skal allikevel ta spørsmålet opp til drøftelse.

Det er to hovedkrav som må tilfredsstilles dersom skogsfuglen skal trives. Det er kravet til rikelig og riktig næring og vann, og kravet til beskyttelse mot vær og vind og naturlige fiender. Det skal straks innrømmes at også bledningsskogen og den plokkhuggede skog kan oppfylle disse krav. Men vår oppgave er å frembringe den største og verdifulleste produksjon av trevirke på kortest mulig tid, og da det vel er den alminnelige oppfatning idag at dette mål nåes raskest ved et ordnet bestandsskogbruk kan vi ikke av hensyn til viltet velge andre driftsmåter. Dette er da heller ikke nødvendig.

Næringstilgangen for skogsfuglen er alltid rikelig i sommerhalvåret. Da lever fuglen av knopper, blader, bær, frø, insekter osv., i det hele tatt næring som den finner på bakken. Denne næring søker fuglen fortrinsvis i skogkanter, myrkanter og på åpninger i skogen hvor solen slipper til og hvor både urter og bær er frodigst og saftigst. I sommerhalvåret er fuglen meget stasjonær og søker sin næring på et relativt begrenset område. Når vi anlegger våre snauhugster øker altid næringstilgangen for fuglen. Alle de arter fuglen lever av om sommeren blir tallrikere, større og frodigere når vi slipper solen til.

Insektlivet blir også rikere. Vi ser da også svært ofte at skogsfuglen velger sine redeplasser på eller like i nærheten av nye snauhugster. Fra «Svensk Jakt» nr. 2 1953 s. 58 tillater jeg meg å sitere:

«De «Blå Bergen» i sydvästra delen av det gamla Järnbäraland äro kända för sine goda älgmarker. På senaste tiden ha stora förändringar inträffat i Kilsbergens centrala område genom anläggandet av kanonskjutfältet. Mången torde fråga sig hur det gått og hur det gastaltar sig för vildmarknaden däruppe.

Under 1940-talet kalhöggs ett område på omkring 22 500 tunn land, som med sin nordliga tvåmilagräns stöter til Bofors vidsträkta, sedan länge hårt avverkade skjutfält. Ei en enda bebodd stuga finnes nu däruppe, sedan 50-talet arendatorer og skogsarbetare utvandrat. Enbart på militärskjutfältet har omkring en miljon kubikmeter ståndskog avverkats og forslats ut av många hundra huggare och körare.

När nu den högre skogsvegetationen kommit bort — blott enstaka små grupper blandskog och endel ensamma tallar ha lämnats kvar — ha markerna överdragits med plantskog, lösly, hallon, ljung, gräs och örter, delvis särdeles frodigt. Som följd härav har djurlivet ökat på ett märkligt sätt. Vackra vinterdagar kan man nu se stora orrflockar i björkholmarna och ikke så få tjädertuppar i toppen på de kringspridda furorna. Vid flera tilfällen under senare tid ha dalripor iakttagits. Älg och rådjur ha ju redan tidigare haft ett centrum häruppe, men genom den förändrade naturen har nu skapats dem ett verkligt eldorado. Stammarna ha ökat och en påtaglig inströmning från kringliggande trakter har ägt rum.»

Dette sitat taler for seg selv og det skulle være unødvendig å si noe mere om næringstilgangen i sommerhalvåret. Næringsmangel for skogsfuglen på denne årstid på grunn av den ene eller annen form for skogskjøtsel vil aldri oppstå, uansett hvilket prinsipp man driver etter.

Om vinteren når bakken er dekket av snø er skogsfuglen henvist til å søke sin næring ved beiting i trærne eller på oppstikkende busker og grener under næringssøk på bakken. Storfuglen lever da delvis på furubar, og orfugl og jerper av knopper og skudd på forskjellige løvtrær. På denne årstid søker fuglen sin næring over langt større områder enn i sommerhalvåret, og blir det lite næring i en trakt fordi de nødvendige treslag ikke finnes i tilstrekkelig antall trekker fuglen til andre trakter.

Under begrepet moderne skogskjøtsel må man kanskje også henregne den noe ensidige dyrkning av gran og furu på våre produktive

barskogmarker. På dette punkt kan man si at vårt moderne skogbruk ikke har tilgodesett skogsfuglens krav til næring i vinterhalvåret. Nu lar det seg heldigvis ikke gjøre å utrydde løvskogen i Norge, og fuglen er som ovenfor nevnt meget mobil i vinterhalvåret. Noen som helst katastrofe for fuglen har det derfor sikkert ikke vært om endel av våre mest produktive skogområder er rensket for løvskog. Hvorvidt dette har vært biologisk riktig skal jeg ikke befatte meg med her. Jeg vil bare peke på at det sikkert vil være et middel til å binde fuglen til en bestemt trakt året rundt, dersom man sparte endel løvskog, fortrinsvis bjørk og osp, på steder hvor dette kan skje uten fortrengsel for verdifullere skogproduksjon. Og slike steder finner den interesserte skogsmann og jeger i enhver skog.

Min konklusjon når det gjelder skogsfuglens næringskrav må derfor bli at den moderne form for skogskjøtsel og drift fullt ut tilfredsstiller dette krav. I sommerhalvåret blir endog næringstilgangen rikere og bedre enn i blednings- og plokkhoggede skoger.

Det annet hovedkrav var kravet til beskyttelse mot vær og vind og mot naturlige fiender. Når det sies at en moderne skjøttet skog med sine store foryngelsesflater yter fuglen dårlig beskyttelse, glemmer man det faktum at de snaue flatene ikke skal oppta mere enn ca. 10 % av arealet til enhver tid. Den beste beskyttelse finner fuglen — foruten i hugstavfall som topp og kvistdunger de første to, tre år efter hugsten — i tette plantninger og ungskogsbestand. I en moderne «normalskog» skal 50–60 % av arealet være bevokset med planter og ungskog, altså nettopp denslags skog som gir fuglen den beste beskyttelse. I en slik skog kan det derfor ikke være tvil om at skogsfuglens krav til beskyttelse er rikelig tilgodesett.

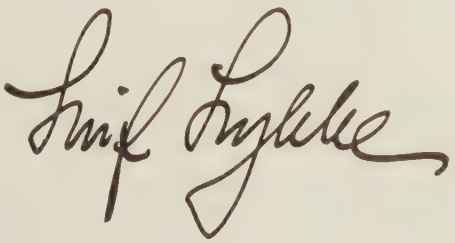
I en overgangstid som den vi nu gjennomlever vil den prosentiske andel av hugstklassene 1 og 5 være unormalt høy. Hugstklasse 1 yter ikke skogsfuglen noen beskyttelse, bortsett fra de to—tre første år etter hugsten (dersom brenning ikke foretas), og det kan også bli dårlig med dekning i hugstklasse 5 dersom underbestandet av marbusker og uønsket forhåndsgjenvekst ryddes bort. På de steder hvor man kan opprettholde dette underbestand inntil sluttavirkning, uten uheldige følger for produksjon og jordbundstilstand, bør dette gjøres, spesielt i denne overgangstid før skogene har fått en normal aldersammensetning. Den «siste mode» — planterydning på et meget tidlig tidspunkt — ser jeg derfor også på med en viss skepsis. Skal den bli alminnelig gjennomført vil man ikke noensteder i skogen og ikke noen gang i bestandets liv få et underbestand som kan gi fuglen beskyttelse. Når man derfor skal vurdere fordeler og

mangler ved dette tidlige inngrep bør også dette moment tillegges sin — jeg innrømmer lille — vekt.

Den uro som følger med ved anvendelse av moderne maskiner, transportmidler og motordrevne arbeidsredskaper har også vært nevnt som en medvirkende faktor til skogsfuglens tilbakegang. Nå er ikke en bil eller en traktor, ja ikke engang en brølende motorsag noen naturlig fiende for viltet, og det lærer dyrene meget fort. De har på denne måte en enestående tilpasningsevne. Et eklatant eksempel på dette har man fra vårt naboland Sverige hvor elgtettheten og avskytningen pr. arealenhet i mange år har vært størst i Stockholms og Upsala län, altså ikke nettopp Sveriges mest øde og fredelige trakter.

Jeg kan således ikke finne noen holdepunkter for påstanden om at moderne skogskjøtsel og drift i og for seg, i nevneverdig grad, har medvirket til den nedgang i skogsfuglstammen som vi har opplevet de siste 20—25 år.

Norge kan, tross sine svære vidder og sin relativt fåtallige befolkning, aldri komme til å oppvise samme vilttetthet som land på sydligere breddegrader. Det er vår korte sommer og vår lange og kolde vinter som er årsaken til det. Vi skal også huske på at de fleste arter vil komme seg raskere etter en nedgangsperiode under gunstigere klimatiske forhold enn i Norge hvor mange viltarter lever på grensen av sitt utbredelsesområde mot nord.



Hvor bærer det hen?

Av skogsjef Ragnar Løchen.

Enkelte mennesker har en veldig drift i seg til å utforske naturens mysterier.

De gamle grekere laget ordet filosofi. Det betyr kjærlighet til visdom. En filosof var en mann som søkte etter tingenes sanne natur, som var drevet av en ubendig kjærlighet til viten.

Tilbedelsen av sannheten har mange trekk tilfelles med tilbedelsen av kvinnen. For de gamle grekere var visdommens symbol en gudinne, Athene. Romernes var Minerva. Ikke guder men gudinner fordi mennenes hu stod til dem som til Afrodite og Venus.

Naturforskerens første oppgave er å fjerne det hylle som skjuler sannheten. Den nakne sannhet er målet. Den ligger vanligvis skjult i mange forkledninger.

Karen Blixen beretter i en av sine syv romantiske fortellinger om kvinnens klær i en tid før vår: På den tid var kvinnens kropp en hemmelighet som klærne gjorde sitt ytterste for å dølge. Klærne hadde gjort det til sin oppgave å omforme den kropp som de innhyllet. Kvinnekroppen ble på denne måten et mysterium hvis gåte det var et gudommelig privilegium å få løse.

Hun innfletter disse betraktninger i en gammel kavalers beretninger fra sin ungdom da han en regnvåt aften ulykkelig satt på en benk i en gate i Paris. En ganske ung pike snakker til ham. Han går ut fra at hun er en vanlig gatepike og vil avfeie henne. Men hun følger ham hjem. Ved kaminilden rigger han av henne en svær hatt og et monstrum av en kappe. Hun viser seg å være et yndig vesen. Hennes hår og klær er søkkvåte. Han befrir henne for plagg etter plagg. Forunderlige plagg, formet etter datidens mote, dels krampaktig snørt, dels luftig hyllet om kroppen.

Etter hvert som plaggene faller økes pikens ynde. Den siste nakne

sannhet viser seg å være en åpenbaring av skjønnhet og gratie, langt skjønnere enn det billede han hadde for seg på gaten.

Det billede av skog som nå holder på å ta form er veldig forskjellig fra det billede som forelå for 40 år siden. Mange av de forestillinger om skogens vekstliv som hadde vært med på å forme datidens skogbillede er ribbet for plagg etter plagg. Og nye kledebon er tatt ibruk som mere hensiktsmessige.

Når man skal konstruere kledesplagg som gir naturkreftene elastiske utviklingsmuligheter hender det nok ofte at man kommer til å konstruere gale plagg. Kanskje man iblant fantaserer seg bort i luftige gevanter hvor en enkel stram hofteholder ville være tingen.

Disse ting faller meg inn når jeg skal forsøke å skrive litt til dette festskriftet om hvorledes en gammel utøver av praktisk skogbruk forsøker å dulme sin kjærlighet til sin skogens Sofia ved å overøse henne med nye klær.

Jeg har ingen vitenskap å bringe til torvs. Men jeg har fulgt forholdsvis godt med i forskernes avkledning av naturens mysterier og har etter evne forsøkt å legge skogens klededrakt så nær opp mot endel av de rasjonelle kledebonn som forskningsresultatene synes å forlange for at den skal trives.

Det må være min plattform at jeg i 39 år har stelt de samme skogene. Hukommelse er et lite pålitelig begrep i et regnestykke. Men heldigvis ble skogene linjetaksert i 1922— 23 med bonitetskarter, så billedet fra den tid er ganske klart.

Skogene eies av A/S Meraker Brug. De ligger øst og syd for Trondheimsfjorden. De har et produktivt areal på ca. 22 000 hektar. De grenser 12 mil mot fjellet hvor skoggrensen går på 500—550 meters høyde over havet. Og de går ned til havets nivå. Mesteparten av tilveksten produseres i en høyde over 150 meter over havet, altså bare på kalotten nærmest fjellet ned til 350—400 meter under barskoggrensen. Nedbørsmengde ca. 1 100 mm.

Temperaturen er under slike forhold en vesentlig faktor i biologiske regnestykker. Etterat professor Elias Morks avhandling «Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nord-trønderske granskoger» utkom i 1933 har foryngelsesproblemet ikke været vanskelig. På gode og middels gode boniteter snauhugger vi og planter gran. Bare i gode frøår tar vi en sjanse på naturlig gjenvekst på marker hvor det er sannsynlig at det vil lykkes.

Vi driver overveiende granskogbruk. Furuen utgjør mindre enn 10 % av produksjonen. Andre treslag er uten vesentlig betydning.

Såvidt jeg vet er granen det treslag som stort sett over Nord- og Mellomeuropa gir den største verdiavkastning i alle høytliggende skoger i innlandsstrøk, fra skoggrensen mot fjellet og ned til 6—700 meters dybde, ja ofte dypere ned i vekstsonene.

Spåmenn, kloke sådanne, sier at kanskje blir jorden grantrett om 100 år eller 200 år når vi har høstet en eller to svære kulturavlinger. Man vet lite om det vil inntreffe i så høytliggende skoger som Trøndelagens med dets jordarter og store nedbør.

Så vi overlater til gjødslingseksperter i sin tid å greie opp med det.

Like så litt som vindyrkeren i den vekstsone hvor løvtreets ypperste produkt vindruen gløder og trives til fullkommenhet opphører med sin dyrking av vinranken fordi om lus og farlige sykdommer truer, like nødig vil vi gi mindreverdige treslag innpass der hvor vi kan dyrke den fullkomne gran.

Grandyrkingen har vi igangsatt etter det prinsipp at først skal den beste jorden søkes gjort godt produktiv, dernest den middels gode. Furumarkene får komme tilslutt når granmarkene er i orden. Ett sted er vi nødt til å ha stående de alt for store lagre av hogstklasse V. Vi synes de slette bonitetene egner seg best til det. Så forsyner vi oss der når tiden kommer eller når det passer for øvrig.

Jeg vil her skyte inn en bemerkning: Når man bruker hogstklassefordelingen til å anskueliggjøre hvor en skog befinner seg i utviklingen, så må man alltid knytte hogstklassene til bonitetene. Ellers forteller hogstklassefordelingen nesten intet. Hvis f. eks. halvparten av en skog er lett foryngelig furumark så er det gjort i en håndvending å få 50 % hogstklasse II. Men kanskje de gode granmarkene er i en selsom tilstand så det vil vare unødig lenge før det vesentlige av tømmerproduksjonen blir normal.

Jeg har ikke meget å skryte av når det gjelder skogenes utvikling i 39 år. Men vi visste ikke i tyveårene at bledningsformasjonen var et absolutt urasjonelt klesplagg for ca. 99 prosent av Trøndelags skoger. Først da forsøksvesenets produksjonstabeller gjorde det klart hva jorden yter i ensaldret skog i vårt land fikk vi et faktisk grunnlag for å bedømme om uensaldret skog kunne tenkes å konkurrere. Men det tok noen tid å bestemme seg til å henge det gamle uhensiktsmessige klesplagg helt opp på loftet.

Dessuten regjerte dengang kommunestyrer og ukyndige herredsblinkere suverent over skogene så man måtte ta det rolig inntil faktiske bevis forelå for kulturskogbrukets overlegenhet. Herredsblinkere var det kun Det norske Skogforsøksvesen som kunne avlive.

Men det gjorde det grundig. Heller ikke var det lett å få plantemannskaper nok før plantingen kom over på akkord.

Hogstklassefordelingen i skogene høsten 1955 er slik (Endel skoger er ikke medregnet i denne oppstilling):

Tabell 1.

Bonitet	Hogstklasser høsten 1955													
	I		II		III		IV		Va		Vb		Sum	
	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%
Høy ..	622	1,9	9 484	29,0	609	1,9	5 914	18,1	9 584	29,3	6 479	19,8	32 692	100
Middels	8 721	10,3	14 878	17,5	3 469	4,1	6 493	7,6	15 400	18,1	36 013	42,4	84 974	100
Slett ..	9 634	13,2	3 205	4,4	903	1,2	481	0,7	8 000	11,0	50 649	69,5	72 872	100
Sum ..	18 977		27 567		4 981		12 888		32 984		93 141		190538	

Av hogstklasse II er ca. 24 000 dekar granplantninger.

I hogstklasse I er det i dag på høy og middels bonitet et større areal enn vanlig fordi vi til dels har satset på frøåret 1954. På høy bonitet bør det ikke være noen hogstklasse I. Når man brenner hogstflaten om våren etter hugsten og planter igjen noen dager etterpå med 4-årige planter, så faller den bort. Det samme gjelder den del av middels bonitet som egner seg for brenning.

Før jeg går videre i omtale av skogenes utvikling, må jeg forklare litt om vårt kart og taksasjonssystem. På bonitetskartene fra 1923 er hogstklasser for noen år siden lagt på med egne farveskalaer. En nyansatt funksjonær kan nu uten noen som helst vanskelighet alene med sitt kart finne frem f. eks. til V b i marken hvor hugstene i det vesentlige skal foregå. Hos oss betyr V b dødsdømte bestand. Vi kunne godt ha kalt dem f. eks. V c for at det ikke skulle kunne forveksles med noe. Det er jo for øvrig en velsignet egenskap ved hogstklassebetegnelsene at man kan gradere dem i den utstrekning man selv har bruk for det, bare man definerer riktig i tegnforklaringen. Et ytterst hensiktsmessig orienteringsmiddel i skogbruket inntil man etter hvert automatisk kommer over i klare aldersklasser.

Jeg har i Tidsskrift for Skogbruk nr. 1 1953 redegjort for hvorledes vi på grunnlag av våre gode bonitetskarter har *skjønnsmessig* taksert hogstklassene og laget en hogstplan frem til år 2010 basert på arealfordelingen. Nåværende kubikkmasser har vi også bare skjønnstaksert. I de første 20—30 årene er det hogstklasse V b og V a som utgjør det vesentlige av tømmermengden. Alle snauhogstene oppmåles under blinkingen for inntegning på hogstklassekartet. Kubikk-

massen på flaten utregnes, — det skal den allikevel for driftens skyld. Så får vi da etter hvert som årene går en glimrende statistikk for hvor mange kubikkmeter det står pr. mål, bonitetsvis på hogstklasse V. Denne kubikkmassen vil stige jevnt fremover gjennom årene, dels fordi vi hugger det glisneste først, dels fordi tilveksten tillegges.

Grafisk kan vi da lese oss til hva de nærmeste år sannsynligvis vil gi av tømmer, fra hogstklasse V. Og våre skjønnsmessige tall fra taksten får den kontroll som det har vært forutsetningen de skulle få. Hvis de ikke stemmer er det meget enkelt å korrigere hogstplanen.

Vi har nå endel års statistikk for hånden. Systemet fungerer helt etter forutsetningen.

Hogstklasseregnskapet for arealet føres som et bokholderi og registrerer skogenes utvikling fra år til år.

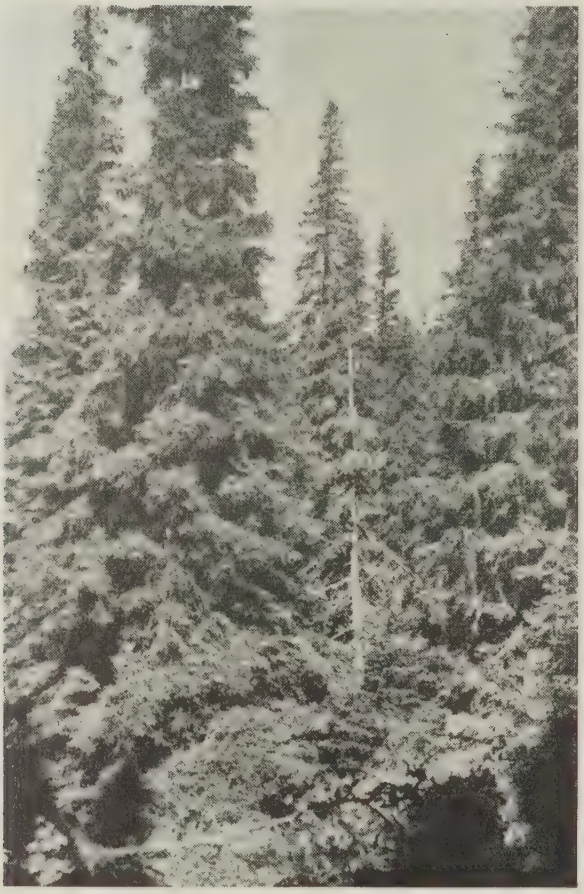
Eier og revisor kan kontrollere farten og overensstemmelsen eller avvikelsen fra hogstplanen når som helst.

Skogenes utvikling gjennom de siste 40 år kan man i store trekk lese seg til av den foran oppstillete tabell for hogstklassefordelingen i dag. Den helt overveiende del av hogstklasse III er uensaldret, bledningsartet skog. Vi henfører til hogstklasse III all skog som først skal forynges om 40—60 år.

Til hogstklasse IV føres skog som skal forynges om 20—40 år. Både hogstklasse III og IV er gjennom mesteparten av de siste 30 årene blitt tynnet ut fra den forutsetning at de skulle snauhugges for foryngelse om et bestemt antall år. Det er en god blinkeregel. Derved er særlig hogstklasse IV blitt mer og mer jevnaldret av utsende. Med dette for øye fremgår det klart at skogen for 40 år siden var omtrent uten hogstklasse II. Det var her som vanlig i skoger i

Tabell 2. Utdrag av hogstplanen.

Bonitet	År	Hogstklasse eller aldersklasse i %					
		I	II 1–40 år	III 40–60 år	IV 60–80 år	V Over 80 år	Sum
Høy	1955	1,9	29,0	1,9	18,1	49,1	100
	1971	2,0	56,0	4,0	2,0	36,0	100
	1981	1,0	64,0	8,0	2,0	25,0	100
	2011	1,0	40,0	38,0	16,0	5,0	100
Middels ..	1955	10,3	17,5	4,1	7,6	60,5	100
	1971	6,0	50,0	2,0	4,0	38,0	100
	1981	5,0	63,0	4,0	2,0	26,0	100
	2011	2,0	44,0	40,0	10,0	4,0	100



Mostadmarken.
Naturskog 90 meter under barskoggrensen.

Norge jevne pluk-hoggete skoglier som så ganske grønne og pene ut på avstand. En gammeldags maler av landskaper vil nok i dag rystes i sitt innerste over den hakkemat det er blitt av tidligere tiders romantiske granåser. Og flere og flere åser og dalsider står for tur. Så billedet om 20 år blir helt forunderlig å skue. Men i år 2010 vil aldersklassenes fordeling etter planen på høy og middels bonitet være tilfredstillende. At fordelingen ikke blir helt normal etter denne første runde spiller liten rolle.

For å få et billede av hvorledes kubikkmassen og tilveksten og hogstkvantumet antas å ville forholde seg til hverandre fram gjennom tidene hvis man følger hogstplanen, og hvis bonitetene er noenlunde riktig anslått, kan vi se på følgende utdrag (tabell 3) av hogstplanen idet alle tall er omregnet til prosenter av tilstanden i dag.

Oversikten er å betrakte som skissemessig. Det vrimler av usikre faktorer som først kan registreres nøyaktig under marsjen, f. eks. den gamle skogens tilvekstprosent fremover. Men ingen langsiktige ulykker

Mostadmarken. Plantet skog. 90 meter under barskoggrensen, alder 45 år.

inntreffer fordi om noen av tallene ikke stemmer. Hogstplanen bygger på arealene og kan ikke innebære vesentlige villfarelser i oppbyggingen av den nye skogen.

I god tid kan man registrere feil og regulere tempoet hvis det er ønskelig.

En hogstplan er intet korsett, men en elastisk hofteholder. Noen stor forandring i hogstplanen vil feilene neppe bevirke.

Hogstkvantumet er beregnet holdt noenlunde konstant gjennom tidene. Det er beregnet bare å stige med noen få prosent inntil 1970

Tabell 3.

År	Kubikk-masse i prosent av idag	Tilvekst-masse i prosent av idag	Planlagt hogst-kvantum i prosent av tilveksten gjennom årene	Areal årlig Plantes dekar	Snauhogst som skal naturlig forynges dekar
1923	80	66	–	–	–
1951–1960	100	100	111	2 400	900
1961–1970	97	100	115	2 000	1 000
1971–1980	93	96	120	1 800	700
1981–1990	88	112	108	1 300	600
1991–2000	–	134	91	1 100	
2001–2010	–	165	74	600	
2010	104	185	65		

for så å holde seg omtrent der. Men om dette holder stikk vil bare tiden vise.

Først etter år 2010 vil hogstkvantumet øke voldsomt. Da kan man etterhånden komme over til å hugge normalskogens tilvekst etter hvert som man får et stort nok areal av hogstmoden skog.

Omkring år 2000 vil skogenes tilvekst ligge omtrent på den høyde som en rimelig normaltilstand forutsetter. Men skogene er da altfor unge til at tilveksten kan høstes. Tilveksten vil så i en årrekke ligge vesentlig over normalen. Men det har liten interesse å beskjeftige seg nærmere med disse tall nå.

En slik luftig oversikt over kubikkmassens og tilvekstens formodede gang gjennom tidene er det svært godt å ha liggende i skuffen om man på noe tidspunkt kan komme til å synes at skogens klededrakt er altfor besynderlig i forhold til det gammelmodige antrekk som skogene tidligere har hatt.

En tømmerelsker kunne kanskje bli noe betenkt når to tredjedeler av skogene i 1980 er i hogstklasse II.

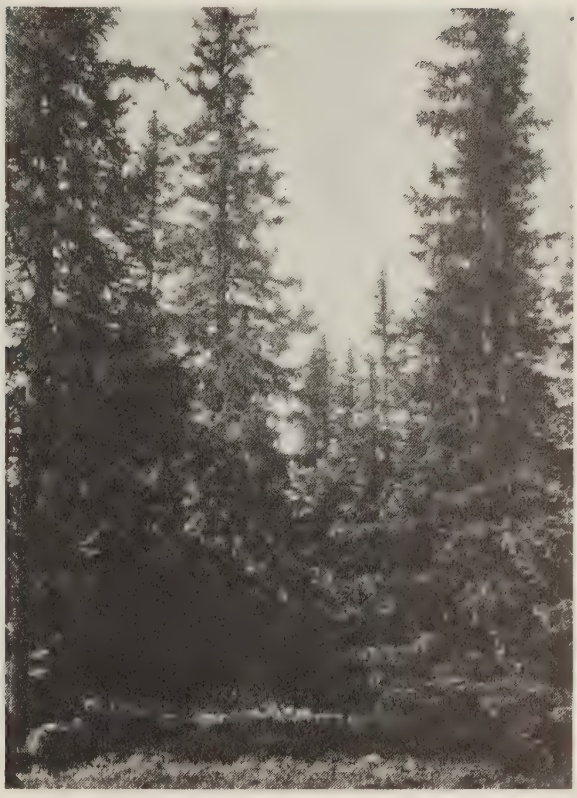
Skogeieren kan kanskje også komme til å synes at det er forunderlig at ikke disse skogene skal øke i tilvekst og kubikkmasse slik som fylke etter fylke gjør det fra takst til takst. Det er ikke sikkert at han er klar over at et fylkes økning av tilveksten ikke akkurat er noen målestokk for om skogen drives riktig. Stort sett viser den bare hvor galt skogene har vært drevet tidligere. Jo galere de har vært behandlet tidligere dess større økning kan man oppnå.

De skogene jeg styrer med vil etter planen nå ikke øke sin kubikkmasse i de første 50 årene. Og tilveksten vil neppe begynne økning igjen før om 30 år. Det var bare i perioden 1923—1950 at det fant sted en vesentlig økning. Nå ville en økning neppe være rasjonell. Fordi skogene er gamle synes det meg å være riktigere å holde hogstkvantumet høyt og å anvende de penger som derved vinnes til intens kultivering og til investeringer av varig verdi for skogen.

Jeg har nevnt at jeg har den glede å arbeide med skoger som grenser vel 12 mil mot fjellet. På god jord i selve skoggrensen mot fjellet blir granen, såvidt jeg kan se, over alt 16 meter lang. Noen meter høyere opp, kanskje 30 meter opp, er den bare en busk, — et katastrofalt og merkelig fall, — som vel er alminnelig i fjellskog.

Den blir kvistren og flott å skue som om den stod langt nede i dalen hvis den bare står med riktig tetthet.

Vi har en 45-årig granplantning 90 meter under barskoggrensen. Den har hittil oppført seg nøyaktig i henhold til produksjonstabellens



Meråker.
70 meter under barskoggrensen.
Naturskog.

bonitet 2. Der står nå 186 m^3 pr. ha. Tidligere er uttatt 34 m^3 pr. ha.

Vi hogger skogen mot fjellet akkurat som i dalen. Vi kan ikke finne noe argument til fordel for en annen behandlingsmåte. Etter trekølsnauhogstens dager har vi store arealer virkesrike granskoger mot fjellet der hvor foryngelsen ved gudernes nåde ble rikelig. Men der hvor den etter naturens vanlige orden blev mangelfull er trærne for spredt stående, med grener og bar ned til jorden slik som selv ellers kloke folk mener fjellskogen rettelig bør se ut, — en karikatur på skogbruk, men en vakker bunad for robuste kvinnfolk, — eller grotesk for nisser og troll. Paradis for naturelskeren, nedslående for den næringsdrivende.

Men den næringsdrivende vil vinne. Når vi planter med to meters avstand vil all gran om 60 år opptre i korrekt snibel.

Et spørsmål som opptar oss endel er hvorvidt det vil spille noen rolle om snauflater nær skoggrensen i disse skoger gjøres noen hundre hektar store. I løpet av få år får vi flere slike områder. På dem står plantninger av ganske ung alder som ikke spiller noen som helst rolle

Meråker. 70 m under barskoggrensen. Naturskog ca. 70 år. Resultat av heldig besåning.

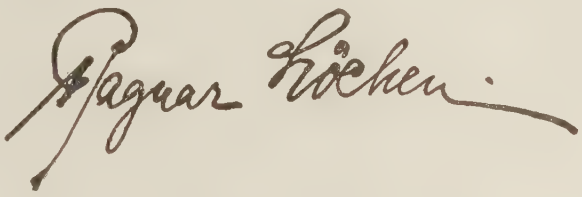
for bremsing av de vinder av ondartet karakter som ifølge tradisjonen og mange kloke menns mening skal være en særlig trussel mot høytliggende skog.

Tiden vil vise det. Men det er ikke meget som tyder på noen skadevirkning av vesentlig betydning i disse kalde, nedbørsrike og luftfuktige egne. Vindens uttørkende virkning kan gjøre både godt og ondt. Når plantningene er 2—3 meter høye beskytter de iallfall seg selv. Skogens toppskudd lever alltid i vindhavet enten skogen er 5—10 eller 20 meter lang. Enten en snauflate er 10 eller 100 hektar kan neppe gjøre stor forskjell. Vi har fjellsjøer som er på hundrevis og tusenvis av hektar uten at skogen langs kantene kan sees å lide vesentlig ved det.

I praksis spiller eventuell øket vindskade i noen få år en helt underordnet rolle i forhold til den overveldende store oppgave å gjøre de enorme strekninger av høytliggende god jord tretett.

Jeg har nå trampet litt i forskernes bed. Men vi som er praktiserende skogbrukere, som må gå løs på skogen enten vi vet noe sikkert eller ikke, vi har en herlig frihet til å si ting uten ansvar, til å trampe

i både sirkler og bed, til å fantasere og improvisere omkring forskningsresultatene, til å rive av kledesplagg, og til å prøve nye plagg som tiltaler oss inntil vi blir overbevist om at de ikke er hensiktsmessige. Det er oss en fryd å hisse opp forskerne til fortsatte spennende, korrekte avkledninger. Vi venter utålmodig på synet av den nakne skjønnhet.



Skogen i en privatbedrift fra århundreskiftet til i dag. Streiftog gjennom taksasjoner og driftsplaner.

Fra Mathiesen-Eidsvold Værk ved skogkonsulent M. S. Clason.

Innledning.

Mathiesen-Eidsvold Værk er en kombinert bedrift, hvor industrien er bygget opp på basis av tømmertilgangen fra egne skoger. Den ble grunnlagt i 1670-årene av Mogens Lauritzøn på Linderud, og har nå sitt sete på Eidsvold Værk, med ca. 300 000 dekar produktiv skog i traktene omkring Hurdalssjøen. Tømmeret fra disse skogene fløtes ned i denne sjøen, som har sitt utløp i Andelven. Her er det etter hvert blitt utbygget en allsidig skogindustri, og idag har bedriften sagbruk og høvleri, tresliperier, cellulosefabrikk og papirfabrikk.

Skogene er forvaltningsmessig delt i 10 distrikter med et hovedkontor i Bøhnsdalen.

Ved å gå igjennom skogtaksasjoner og driftsplaner skal vi vise enkelte karakteristiske trekk ved utviklingen fra omkring århundreskiftet.

Siden første skogtaksering ble utført har både målsetningen og takstmetodene skiftet, og når en da vil analysere taksasjoner, og driftsplaner må en være oppmerksom på at forutsetningene ikke er de samme og at de resultater en trekker fram ikke er direkte sammenlignbare. Leseren må derfor stadig ha dette for øye når han vurderer de forhold som her blir trukket frem.

Skogtaksasjonen 1904—1910.

Det var i 1904 at de første forstlige takster ble påbegynt over samtlige bedriftens skoger, og taksasjonens mål var å få rede på hvor meget gagnvirke der kunne drives fra skogene. Med gagn-

KART OVER
EIDSVOLD VÆRKS
EIENDOMMER
I
AKERSHUS OG OPLAND FYLKER
Ø TOTEN
BRANDBU
HOVERSJØEN (343)
STENSJØEN 145'
FEIRING
MJØSEN (124)
BJØRNÅSEN 824 moh
SKRUKKELISJØEN
HURDAL KIRKE
GRAN
MISTBERGET 565 moh
HURDALSJØEN (175)
EIDSVOLL
STENSGÅRD KPL
RÅHOLT VÆRK
NANNESTAD
ULLENSAKER
N

virke mente man da vesentlig sagtømmer som den gang hadde større gjennomsnittsdimensjon enn i dag. Det var bare små kvanta som gikk til sliperiene. Forstmester John A. Krag utførte disse takstene fra 1904 til det samlede resultat forelå i 1910.

I sin utredning om takstmetoder skriver han om prøveflatetakst, linjetakst og totaltakst. Særlig interessant er hans omtale av prøveflatetaksten hvor han poengterer at prøveflater med nøyaktige karter passer utmerket for bestandsvis taksering og at prøveflatenes antall kan gjøres meget lite hvis bestandene er ensaldrede og jevne. Når han allikevel velger linjetakst, begrunner han det med at skogene var så opprevne og ujevnaldrede at man neppe kunne tale om bestand. Pene bestand må det dog ha vært, særlig i liene hvor der var ca. 70-årig skog etter store vindfellinger i 1830-årene.

Taksering av skog etter forstlige metoder var den gang ikke så alminnelig, og selv Krag syntes å nære en aldri så liten tvil om kubikk- og tilvekstmassen ble høye nok. Vi siterer:

> «Der har været sagt at Linjetaksation giver et gjennengaaende for lavt Resultat. Hvis dette er sandt — hvilket ikke altid kan bevises — saa kommer det gjerne af rene Forsigtighedshensyn for ikke at taksere for høit; thi af gale Ting er det værre at taksere for høit en for lavt.»

Taksasjonen ble utført skogvis med taksasjonsprosenter fra 2 til 5, og i overensstemmelse med dens mål ble bare gagnvirket opptalt og stukket i 3 diameterklasser — alt over 26 cm i brysthøyde, fra 20—26, og tømmeremner som var utviklingsbare dimensjoner under 20 cm og ned til staur. Beltebredden var 10 m. En inndeling av skogen i aldersklasser med 20 års intervaller ble gjort ved å gjøre anmerkning om aldersklassen for hver takstlinje. Aldersklasse 0—20 år ble ikke taksert. Det som således ikke ble tatt med under taksasjonen var trærne i aldersklasse 0—20 år, og dimensjoner under 20 cm i brysthøyde som ikke var utviklingsbare.

Tilveksten ble bestemt ved hjelp av valgte prøvetrær. En valgte friske trær som skulle representere gjennomsnittet. Det var således ikke noe systematisk utvalg, og antall prøvetrær har vi ikke kunnet finne noe om i det materiale som foreligger. En må da anta at tilveksten ikke er så sikkert bestemt som nu til dags. Tilveksten ble beregnet til 78 000 m^3. For hver skog foreligger der en beskrivelse av skogtilstanden. Bare i et tilfelle blir deler av skogen karakterisert som særlig tømmerrike, nemlig Sandbottenlia i Jeppedalen distrikt, hvor det sies at det var stor, stygg og eldgammel urskog. Ellers ble

Snaughogst i Skrukkelia (fot. 1913).

det anført at skogene jevnt over var sterkt hugget, og i enkelte skoger ble der overhodet ikke planlagt hogst i den første 10-års periode.

Før århundreskiftet blåste der ned skog over store strekninger, men merkelig nok står dette ikke omtalt for andre steder enn i Jeppedalen distrikt, under beskrivelsen av Bjørnvikhaugen og Brennholmen, men i en rekke skoger omtales store snauhogster som formentlig skrev seg fra stormfellinger.

Driftsplanen ble utregnet på grunnlag av en 100-årig omløpstid. Aldersklassen 0—20 år var ikke taksert og resten av kubikkmassen skulle avvirkes på 80 år. Halvparten skulle hogges i de første 40 år, og hertil la man 20 års tilvekst. Det årlige hogstkvantum man herved kom til, ble gjort gjeldende for 10 år. Driftsplanens resultat ble et netto hogstkvantum på 33 000 m^3 årlig, et i forhold til tilveksten — 78 000 m^3 — meget lavt kvantum. Når en ved en slik beregningsmåte er kommet så lavt, kommer det av at de sterkest hogne skogene ikke var tatt med i hogstplanberegningen og at nyttevirkeprosenten var betydelig lavere enn nå.

Av de forhold som er bestemmende for hogstmåten og som kan vurderes av det foreliggende materiale, er hvilke sortimenter som er salgbare, hvordan skogen er oppbygget og tidens grunnsyn på hogstmåtens innflytelse på produksjonen. Forstmester Krag, som hadde sin utdannelse fra Tyskland, var øyensynlig ikke i tvil om at ensalderskogbruket med lav-tynninger og foryngelser på snauflater ville gi størst produksjon. Men da avsetningsmulighetene for smådimensjoner var sterkt begrenset og skogens oppbygging var meget ujevn, ville flatehogster føre til et altfor stort tap i gagnvirke, idet en stor del måtte avvirkes før det hadde blitt nyttbare dimensjoner. Dessuten måtte det bli et produksjonstap, idet en ved en snauhogst ikke

Frøtrestilling på Bergermoen (fot. 1913).

kunne unngå å måtte hogge grupper av skog som ennå sto i sin beste produksjon. På Bergermoen anbefaler han dog snauhogster enkelte steder. Ellers går forslagene stadig ut på plukkhogst — modifisert gruppehogst og gruppehogst. Gruppens størrelse var for gran ½ da. og for furu 1½ da. Et par sitater vil best belyse hva Krag legger i ovenstående begreper, hva han tilsikter og hvorfor:

> «Gruppehugsten saaledes som den i Almindelighed bruges hos os, udføres som Regel saaledes at alle Trær i Gruppene, større som mindre, væxtlige som uvæxtlige, hugges paa en Gang. Herved kan man komme til at medtage ikke hugstmodne Trær som kanskje staar i sin bedste Tilvæxt, og dette er økonomisk sett uheldig. Det er derfor ikke den slags Gruppehugst jeg har anbefalet i de her omhandlede Skoge. Det er derimot en Hugst som jeg har kaldet *modifisert Gruppehugst* og som sterkt nærmer sig en utvidet Plukningshugst, idet jeg mener at Afvirkningen paa disse smaa Grupper væsentlig skal rette sig efter Gjenvæxtens Behov, saaledes at all frisk Skog i Gruppen skal spares. Saadanne gjensatte friske væxterlige mindre Trær vil gjøre nytte baade som Frøtrær og desuden som Værn og Ly for de opkommende Planter, samt desuden selv tiltage i Væxt og udvikling paa Grund av den friere Stilling som de efter Hugsten av Gruppen har faaet.»

Under omtale av hogstmåten på Bergermoen står det:

«Plukkhugst kan det her ikke bli tale om da man har saa god anvendelse for Smaadimensjoner.»

Gruppehogsten synes å ha vært et tøyelig begrep som svinger mellom plukkhogst og snauhogst. Vi siterer:

«Gruppehugsten er dessuten en Hugstmaade der danner Overgangen fra Plukkhugst til Trakthugst (Snauhugst), og danner saaledes Mellemled mellem dem og kan derfor let modifiseres saaledes at den går over i en eller annen av de to Hugstmaadene.»

Det bærende prinsipp synes å ha vært at intet tre skulle fjernes som fremdeles hadde rentabel tilvekst, igrunnen bledningsprinsippet, men han la stor vekt på gjenveksten og tok hensyn til den.

«Hva der mest kommer an paa er ikke aa overavvirke Skogen, men under Hugsten tage de almindelige Hensyn til Skogbundens Reproduksjon.»

I praksis ble dog flatehugster anvendt i større grad enn man får inntrykk av av ovenstående sitater.

At der også vies stor omhu for reproduksjonen viser alle forslag om hogst av gjenstående trær og busker på tidligere snauhogster, rydding av hogstavfall og hjelpekultur. Om hogstavfallet sies der:

«. . . . ofte stærkt dekket af Hugstaffald som aldeles umuliggjør, dels vanskeliggjør naturlig Eftervæxts Opkomst i nærmere Fremtid.»

Hjelpekulturer er som oftest såing.

Plantinger ble vesentlig utført på nedlagte jordeiendommer. I Fjellberg skog ble således planlagt å tilplante 30 da. Utgiftene var kalkulert til 4,5 à 5,5 kroner pr. da. for henholdsvis planting med 2/0 og 2/1 gran. Feltet ble senere tilplantet, og der er nå vakker skog. Det norske Skogforsøksvesen har flere produksjonsflater i denne kulturskogen.

Også grøfting var foreslått i stor utstrekning. Den gang var det ikke ualminnelig at en plantet til de avgrøftede myrene. Mange av disse grøftede myrene vet vi nå ble mislykket, men der er også mange eksempler på at vi nå har fått stor skog på de avgrøftede områdene. Utgiftene var små og om en foretok en rentabilitetsberegning, så kanskje de vellykkede myrene har kunnet forrente også utgiftene til de mislykkede.

Taksasjon 1916—1921.

Denne taksasjon ble utført av daværende skogkonsulent Ove Haslund som en regulær linjetakst med 10 meter brede belter. Taksasjonen ble også nå foretatt skogvis, men ved sammenslåing av enkelte

Tynning i Garlia (fot. 1942).

skoger ble antallet noe redusert. Takstprosenten var vanligvis 5, i enkelte tilfelle 10. Skogenes areal var av Krag beregnet etter karter og de samme arealer ble benyttet denne gang. For noen skogers vedkommende ble dog arealene korrigert etter linjelengden, da der syntes å være åpenbare feil. Arealfordelingsskjemaet hadde følgende inndeling: Skogmark, 2 boniteter, snau skogmark, fjell og innmark. Bonitet 1 var beste og middels bonitet, og bonitet 2 var slett bonitet. «Bonitene ble bestemt skjønnsmessig etter konferanse med tilvekstborreren».

Friske og skadde trær ble stukket hver for seg i 2 cm's klasser fra 10 cm og oppover — samtidig ble trærne delt i 3 høydeklasser.

Prøvetrærne ble tatt for hver diameterklasse uten systematisk utvalg. Man valgte også nå trær som en mente representerte midlet.

Kubikkmassen er bestemt etter Øverlands tabeller og tilveksten etter Tor Jonsons tabeller. Det beregnede hogstkvantum er utarbeidet etter bledningsformelen — med beregning av hogbarhetsdimensjoner.

Tilveksten ble nå beregnet til 80 000 m^3 brutto og hogstplanen ble 56 000 m^3 tømmer.

Hogstmåten er fremdeles den samme, rasjonell plukkhogst og gruppehogster. I de sist utførte taksasjoner kommer forslag om

snauhogster i bakliene og da taksasjonene vel er avsluttet, legger skogsjef Haslund frem sitt program med flatehogster og ensalderskogbruk. Dette er han kommet til ved studier og analyser av skogens produksjon og kvalitet. Det norske Skogforsøksvesen som nylig var blitt opprettet, arbeidet etter samme prinsipper. Det hadde begynt å legge ut sine produksjonsflater som senere ble det vitenskapelige grunnlag for bestandskogbrukets produksjonsmuligheter.

Det er imidlertid en viss treghet ved gjennomføringen av forskningsresultatene i praksis. Det tar tid å omstille seg til nye vaner, og til tross for at flateskogbruket i prinsippet var innført, ble der nok plukket i lange tider ennå. Ikke bare av gammel vane, men også fordi skogen ikke lot seg hogge annerledes uten store tap.

Så sent som i 1936 — 15 år etter — ble det av landets mest skogkyndige foretatt en befaring i disse skogene. Befaringens konklusjon ble at en måtte gå sterkere inn for foryngelseshogster og at en burde forynge 1 % av aralet pr. år. Særlig i høydeskogen var der fremdeles meget plukkhogd skog.

Skogtaksasjonen 1930—1934.

I 1930—34 ble skogene taksert på ny. Denne taksasjon inneholdt ingen driftsplan, men tilveksten ble nå beregnet til 86 000 m³ brutto, for første gang er dette total tilvekst, også inkludert småtrærne — trær under 10 cm brysthøyde.

Skogtaksasjon 1940—1945.

Taksasjonene i 1940—45 ble utført med hogstklasseinndeling etter at dette system i 1938 var offentliggjort av professor A. Langsæter. Den ble utført som en regulær linjetakst med inndeling i hogstklasser i taksasjonsbeltene. Tilveksten ble beregnet til 100 000 m³ og hogstklasefordelingen ble: Hogstkl. I — 9,1 %, hogstkl. II — 10,3 %, hogstkl. III — 29,2 %, hogstkl. IV — 25,1 %, hogstkl. V a — 3,6 % og hogstkl. V b — 22,7 %.

Det produktive areal var dengang beregnet til 294.310 dekar, mens bare 267.492 dekar var blitt hogstklassefordelt. Det øvrige areal var høydeskog, hvor en ennå i stor utstrekning hadde fortsatt plukkhogsten. Etter den norm en hadde valgt for hogstmodenhetsalder — hogstmellomrom og ventetid for foryngelsen, ble hogstklassenes normalfordeling følgende: Hkl. I — 4 %, Hkl. II — 28 %, Hkl. III — 32 %, Hkl. IV — 31 % og Hkl. V — 5 %.

Til tross for den tidligere omtalte treghet ved omlegging av skogskjøtselen fra rasjonell plukkhogst til bestandspleie med lavtyn-

Produksjonsbestand (fot. 1955).

ninger og flateforyngelser, hadde man fått en meget gunstig utvikling av hogstklasse-fordelingen. I de hogstklasser hvor det vanligvis er stort underskudd, hogstklassene I og II, hadde en nå fått henholdsvis 9,1 og 10,3 %, tils. 19,4 %.

Med denne taksasjon hvor kubikkmasse og tilvekst var bestemt hogstklassevis, kunne en legge en hogstplan, ikke bare med hensyn til kvantum, men også med hensyn til tynningsarealer og foryngelsesarealer. Med en brutto tilvekst på 100 000, ble hogstforslaget 96 500 m^3 brutto. Dette kvantum skulle tas ut ved å forynge 4.168 da., tynne 19.806 da. og gjennomhogge høydeskogen.

Skogkomplekset var delt opp i 65 skoger som hver for seg var taksert med selvstendig driftsplan. Disse driftsplaner var kortsiktige

uten at en hadde gjort noen beregninger over hvordan skogen etter en slik plan ville utvikle seg under hele omløpstiden, og etter samtlige hittil utførte beregninger av hogstkvantumet var dette blitt mindre enn tilveksten.

Langtidsplan.

Etter siste verdenskrig begynte det å heve seg røster som fryktet at disse uvant store foryngelsesarealer ville føre til at landet ville bli stilt overfor en tømmerkrise om 20—30 år. Godseier Jørgen Mathiesen tok da initiativet til en beregning over skogens utvikling i en hel omløpstid, og i et notat fremhever han hvor viktig det er for industrien å få vite hvilken tilgang av råstoff den kan gjøre regning med på lengere sikt og konkluderer med at det er av stor interesse å utareide en hypotetisk driftsplan over hvor stort årlig hogstkvantum det bør være når forutsetningen er at hogstkvantumet senere ikke skal måtte senkes. Likeledes poengterer han betydningen av å vite hvilken normalplroduksjon en kan gjøre regning med og når denne kan nåes.

Professor Langsæter påtok seg oppgaven. Som grunnlag for denne oppgave var ikke taksasjonen helt tilfredsstillende. Noe av arealet var ikke hogstklassedelt og i enkelte skoger var hogstklassene ikke bonitetsfordelt. Dernest var det visse vanskeligheter med aldersbestemmelsen av hogstklassene. Denne langtidsprognose viser at det i våre skoger ikke var noen grunn til å frykte en tømmerkrise i fremtiden — hogstkvantumet kunne til og med økes uten senere å måtte senkes.

Normalproduksjonen ble beregnet til 119 700 m^3 under forutsetning av de tidstap for foryngelsen som en har gjort regning med i planen. Denne normaplroduksjon vil nok fort kunne bli temmelig usikker — først og fremst på grunn av de usikkerhetsmomenter som knytter seg til selve boniteringen, og dernest kan det være svakheter ved de produksjonstall som er knyttet til Landsskogtakseringens boniteter.

Boniteringen er utført etter Landsskogtakseringens boniteringstabell med 5 klasser. Gjennomsnittsboniteten ble: 4,5 m^3 pr. ha.

Ved taksasjonen i 1904—1910 var der overhodet ingen bonitetsinndeling, ved taksasjonene i 1916—21 var bonitetene skjønnsmessig delt i 2, hvor god og middels god kom i en klasse, og slett i en klasse for seg. I 1930—34 anvendte man Landsskogtakseringens tabell, men brukte bare 3 klasser, idet bon. 1 og 2 ble slått sammen til høy bonitet, bon. 3 ble middels bonitet og bon. 4 og 5 slett bonitet.

Fra 1904 og til 1945 har takstmetodene skiftet og alltid har taksasjonene pågått gjennom en rekke år. Vi skal ikke innlate oss på en vurdering av metodene, men trekke fram noen hovedtrekk ved målsettingen og se hvordan den ble løst ved neste taksasjon som ble utført i 1954.

Ved taksasjonen kan man si at det er 3 hovedfaktorer som er avgjørende for resultatets nøyaktighet: Arealbestemmelsen, arealinndelingen og den statistiske sikkerhet ved bestemmelsen av kubikkmasse og tilvekst. For langtidsplanleggingen blir boniteringen et sentralt spørsmål, — likeledes at alle målinger refererer seg til samme år.

Bestemmelsen av de produktive arealer ved de tidligere takster, refererer seg til Krags karter med visse korrigeringer etter linjelengden. Kartene var på mange steder unøyaktige og vi besluttet derfor å foreta en ny kartlegging siden vi nå ved hjelp av flybilder kunne få utført denne meget nøyaktig og med rimelige omkostninger. Inndeling av arealene har vært skogvis uten bonitetsfordeling, senere med bonitetsfordeling og i 1940—45 også med hogstklassefordeling. Den statistiske sikkerhet var ved samtlige taksasjoner — unntatt den første — for hver skog i overensstemmelse med Riksskattestyrets regler. Der ble benyttet den takstprosent som for hver skog ga den lovbestemte sikkerhet for samlet kubikk- og tilvekstmasse. Men når denne ble bestemt hogstklassevis og bonitetsvis, ble disse talls sikkerhet betydelig redusert. Det samlede areal ble delt i 65 skoger, 5 boniteter og 6 hogstklasser, idet hogstklasse V ble delt i a og b, — i alt 1950 enheter som det var kubikk- og tilveksttall for.

Taksasjonen 1954.

Ved taksasjonen 1954 ble det produktive areal delt i 5 aldersklasser, 2 tetthetsklasser og 4 boniteter — 40 grupper. Denne inndeling ble utført på flybilder ved delvis kontorarbeide og delvis markarbeide. Den inndeling av hogstklasser som ble gjort ved de tidligere taksasjoner, foregikk kun i taksasjonslinjene og minste lengde som ble utskilt var 20 m. Dette var en stor mangel, idet der i en avdeling — en for praktisk skogbruk passende behandlingsenhet — taksatorisk kunne forekomme alle hogstklasser. Det ble ikke overensstemmelse mellom de hogstklasser en registerte i taksasjonen og de hogstklasser en rent praktisk skilte ut.

Ved inndelingen etter flybildene og markbefaringen ble der lagt rent praktiske skjønn til grunn for bestandsutskillelsen. Mindre enheter enn 2 dekar blir ikke skilt ut og var det tale om nærstående aldersklasser, var minstearealet 5 dekar. Når nå disse arealer blir tak-

sert hver for seg, blir der overensstemmelse mellom de arealer som kommer til behandling i marken og de aldersklasser som det er taksatoriske data for. Hvorfor vi har valgt aldersklasser istedenfor hogstklasser skyldes at vi nå har fått skogen såpass ensaldret oppbygget at det er mulig å tale om et bestands alder, en utvikling som professor Langsæter allerede ved utarbeidelsen av sitt hogstklassesystem forutsatte.

Bestemmelse av kubikkmasse og tilvekst ble nå foretatt ved prøveflater, og hver gruppes kubikk- og tilvekst-masse ble bestemt på grunnlag av alle prøveflater som falt innen de på flybildene utskilte bestandsklasser, uansett hvilken bonitet eller aldersklasse den enkelte prøveflate ga uttrykk for.

Ifølge Seip og Strands utredning om prøveflater (Krav til takstprosenter m.v. ved skattetakster) skulle et prøveflate-antall på ca. 1000 flater gi en tilstrekkelig sikkerhet på total kubikkmasse og tilvekst (3 % på total kubikkmasse). Vi valgte å benytte 3000 prøveflater à 0.1 dekar for å få de enkelte bestandsklasser noe sikrere enn de ellers ville ha blitt. De midlere boniteter er blitt overepresentert, mens bonitetene på yttergrensene er blitt underepresentert. Ved å foreta en utjevning er de svakest bestemte tall korrigert.

Angående boniteringen skal vi henvise til skogkonsulent Clasons artikkel i Norsk Skogbruk Nr. 7—1956, og bare her nevne at Det norske Skogforsøksvesens system er anvendt slik at en har sikre produksjonstall for bonitetene.

De arealer som er utskilt på flybildene, er overført til de nye kartene og alle gruppene er arealberegnet etter disse. Arealberegningen er foretatt både distriktsvis og herredsvis, slik at en for hvert distrikt eller herred har alle arealer og på grunnlag av gruppenes gjennomsnittstall kan få kubikkmasse og tilvekst for hver aldersklasse innen de enkelte boniteter.

Hele taksasjonen er utført i løpet av en sommer og utgiftene til markarbeidet, beregningene og utarbeidelse av bestands- og bonitetskartene kom på ca. 90 000 kroner, mens taksasjonen med beregninger i 1930—34 med sine lave arbeidspriser kom på ca. 120 000 kroner.

Denne taksasjon viser også en tilvekst på 100 000 m^3 og følgende aldersklassefordeling: aldersklasse 0 — 7,4

—»— I — 13,8
—»— II — 5,4
—»— III — 44,2
—»— IV — 29,2

Gjennomsnittsalder på II — 53 år, III — 86 år og IV — 116 år. Gjennomsnittsboniteten uttrykt ved produksjon ble 4,34 m^3 pr. ha. Denne fordeling viser at vi fremdeles har et stort overskudd av hogstmoden skog og at produksjonsskogens aldersklasse III er av høy alder og utgjør nesten halvparten av arealet — om 20 år vil vi ha et ennå større areal med hogstmoden skog enn vi har idag.

Noen sammenligninger med taksten 1940—45.

For å forsøke å se utviklingen av skogen fra taksasjonen 1940—45 til 1954 kan det være av interesse å se på aldersklassene 0 og I tilsvarende hogstklasse I og II. Vi skal da være oppmerksom på at hogsklassene i taksten 1940— 45 ble beregnet etter linjelengdene mens de nå mer nøyaktig er utregnet etter kartene. I linjelengden ble 20 meter utskilt, mens en nå ikke skilte ut mindre enheter enn 2 dekar for aldersklasse 0 og ikke mindre enn 5 dekar av aldersklasse I når denne var omgitt av aldersklasse II. Alle mindre arealer av aldersklassene 0 og I inngår i de respektive grupper.

Vi må av denne grunn gå ut fra at en ved forrige takst (1940—45) fikk noe mer areal i hogstklassene I og II enn en ville fått etter den metode vi anvendte i 1954 med aralberegning etter kartene. Ved taksasjonen i 1954 er også høydeskogen aldersklassefordelt. Da denne inneholder relativt lite plante- og foryngelsesfelter, vil en også formode at den prosentiske fordeling av hogstklassene I og II ble noe større ved taksasjonen 1940—45 enn ved denne siste.

Til sammenligning settes tallene opp nedenfor:

Hogstkl.	I	9,1 %	Alderskl.	0	7,4 %
»	II	10,3 %	»	I	13,8 %
		19,4 %			21,2 %

Ut fra ovenstående resonnement må en gå ut fra at de statistisk sikrere tall og mer nøkternt vurderte foryngelsesarealer viser at vi er på god vei med å bygge opp den nye skogen.

Den utvikling som skogen har gjennomgått fra århundreskiftet med ujevne skoger til idag med mer jevnaldrende og store bestand av eldre skog, er en følge av den innsats som er gjort på skogskjøtselens område. De forsømte foryngelseshogster som en ble oppmerksom på i 20-årene og som en mer bevisst og planmessig i 30-årene gikk inn for å ta igjen, vil etter hvert føre skogen over i sin normale oppbygging med optimal produksjon.

Som tidligere nevnt var Langsæters plan den første som regnet med et hogstkvantum som var likt tilveksten. De tidligere taksasjoners beregninger av hogstkvantumet lå alltid under tilveksten, de første til og med betydelig under. Ser vi på vår avvirkningsstatistikk, vil vi finne at vi har avvirket mer enn tilveksten og allikevel øket produksjonen. Det kan da synes som om det kan være noe i sitatet fra Krag om at forstlige takster kan gi for lavt resultat. Nå, resultatet i taksasjonsøyeblikket er neppe galt, men fra taksasjon til taksasjon foregår der en produksjonsstigning i bestandene som en ikke har tatt med i beregningene.

Ved langtidsprognosen på grunnlag av taksasjonene i 1954 har vi ved beregningene tatt hensyn til denne produksjonsstigningen og regnet med at bestandene nærmer seg normalproduksjonen med 1 % pr. år. Etter denne prognosen vil vi kunne avvirke brutto 8 000 m^3 pr. år over nåværende tilvekst uten å måtte senke kvantumet i fremtiden. Normalproduksjonen er beregnet til 123 000 m^3 pr. år, og vårt hogstkvantum blir liggende ca. 13 % under. Ved beregningen av normalkvantumet har vi regnet med noe kortere foryngelsestid enn ved forrige langtidsplan.

Litt om planens gjennomføring.

Å kunne holde dette kvantum og siden komme opp i normalproduksjon vil kreve en langt mer detaljert plan enn en tidligere har hatt og en nøye kontroll med gjennomføringen. Med det store overskudd av hogstmoden og eldre skog, går planen ut på å spare den gamle skogen inntil den nye kommer. Ved å forynge de beste boniteter først, vil sparetiden bli kortest. I første 20 års periode blir det forholdsvis stort foryngelsesareal, men siden blir det liggende omkring normalarealet. Der blir utarbeidet bonitetsvise planer med beregnet foryngelsesareal og tynningsareal.

Et viktig middel til oversikt og en nøyaktig gjennomføring av planen er våre bestandskarter. Ved et nøye valg av de mest hogstmodne bestand og registrering av hogstene på kartene, vil en stadig kunne følge med hogstføringens gang og sammenholde den med planen.

Hogstkvantumet er beregnet under forutsetning av en ganske intensiv foryngelsesteknikk og intensivt kulturprogram. Ventetiden for de forskjellige boniteter er Bon. B — 0 år, Bon. C og D — 5 år og Bon. E — 10 år. Om ventetiden i gjennomsnitt går ned med 1 år, går den fremtidige produksjon opp med ca. 1 %. Det er derfor av stor be-

Produksjonsskog (fot. 1955).

tydning at reproduksjonen utføres så effektiv som mulig. For å ha kontrollen blir alle foryngelsesflatene registrert på kartene og siden sett over i marken. Man går over alle kulturfeltene 2 år etter at de er utplantet og supplerer dem om nødvendig. Naturforyngelsefeltene blir kontrollert 5te og 10de år etter at de er anlagt.

Man kan legge planer og føre kontroll med gjennomføringen av dem, men resultatet er avhengig av hvilket fundament planene bygger på. — Kjennskapet til dette — til skogens produksjonsforløp — til tynnings- og foryngelsesteknikken, er etter hvert blitt utdypet gjennom forskning og under norske forhold — i første rekke av Det norske Skogforsøksvesen. Med sitt iherdige og målbevisste arbeid for å ta opp

Kantforyngelse (fot. 1955).

de problemer som nettop er knyttet til det praktiske skogbruket, har det i løpet av en generasjon svinget det norske skogbruk over fra plukkhogsten med sin stadige utglisning av skogen uten tilstrekkelig reproduksjonsmuligheter mot bestandsskogbruket med tydelig adskilte produksjonshogster og foryngelseshogster.

Problemene i den nærmeste fremtid for oss blir hvordan vi best skal uthale produksjonen i de gamle bestandene og gjennomføre en mest mulig rask og effektiv foryngelsespolitikk.

Problemet med å holde produksjonen gående i den gamle skogen ble allerede for vel 30 år siden tatt opp av Det norske Skogforsøks-

vesen, bl. a. ved dets forsøksflater i Eidsvoll Prestegårdsskog — hvor ca. 100-årig skog ble tatt under behandling ved å variere tynningsstyrken og med en urørt flate som kontroll. Å få dette problem nærmere belyst for flere boniteters vedkommende er en av de aktuelle oppgaver for tiden. Kulturteknikken er der arbeidet meget med, og særlig betydningsfulle resultater ble lagt frem av professor Mork i et foredrag om naturlig foryngelse. Vi vil her slutte oss til professor Heiberg i sin omtale av foredraget i Norsk Skogbruk nr. 7 for iår, hvor han fremhever hvilken rolle kultur- og foryngelsesteknikken spiller som produksjonsfremmende faktor og at det er en av de viktigste oppgaver en må satse på for å nå full produksjon i fremtiden.

Full produksjon — ja, hva er det? Vi har etter hva vi selv mener fått en nøktern bonitering og sikre normaltall og beregnet normalproduksjonen til 123.500 m^3. Det skulle være hva man etter Det norske Skogforsøksvesens produksjonstabeller burde oppnå i naturskog med anvendelse av tynningsgrad I, men hva vil kulturskogen kunne produsere? Hvilken effekt vil plantetynningen gi og hva med sydligere provenienser og fremmede treslag? Disse problemer er aktuelle — kulturskogen er på full marsj — plantetynningen i full gang og sydligere provenienser og fremmede treslag noe som en føler seg fram med.

Direktør Näslund har uttalt i et foredrag at man har grunn til å tro at bestandspleie og kulturskogbruk vil kunne øke produksjonen med 15—20 %.

Utviklingen stopper ikke ved den såkalte normalproduksjon — forskningen går alltid videre og skogbruket dras stadig med.

Det norske Skogforsøksvesen og skogbruket i Namdalen. Litt om firma Albert Collett — Bangdalbrugets driftsplan.

Av skogsjef Oddvar Mørkved.

Namdalen er den nordligste del av Nord-Trøndelag fylke. Det er et typisk grandistrikt.

Ifølge den siste Landsskogtaksering 1942–45 utgjør grana 75 % av den samlede kubikkmasse og 81 % av tilveksten.

Landsskogtakseringen viser at vi har mye hogstmoden skog i Namdalen, — hele 69 % er ført i hogstklasse V.

Klimaet er påvirket av havets nærhet med stor nedbør, relativt milde vintre og kjølige somre. Årsnedbøren ligger mellom 1000 og 1200 mm, og sommertemperaturen juni–september mellom 10 og 12 grader. Det er et gunstig «granklima».

Det som særlig har satt sitt preg på skogen i Namdalen er storstormen natten mellom 11. og 12. oktober 1837.

Denne orkanaktige storm raserte store skogstrekninger i hele Nord-Trøndelag, særlig på de lavere partier langs vassdragene.

I «Skovvæsenets Historie», som også omhandler stormen i 1837, heter det blant annet at ennå i 1860-årene var det på enkelte steder så mye fall fra stormen i 1837 at det var vanskelig å komme fram.

I «Beretning om Kongeriget Norges økonomiske Tilstand for 5 året 1835–1840 skriver Amtmanden i Nordre Trondhjems Amt blant annet: «Skovdriften har, formedels den Mængde Træer der ved een i Oktober Måned 1837 indtruffen orkanaktig Storm nedfeldtes, været drevet med større Kraft en foregaaende Aar, da man maatte see at nytte Nedfaldet saasnart som muligt at det ei ved Henliggen skulde bedærves».

Det meste av skogen i Namdalen skriver seg fra storstormen i 1837. Endel er nok kommet opp etter 1837, — men det meste av

tømmerskogen i dag, stod som underskog den gang, og er i dag 130–150 år gammel.

Da det aller meste av skogen er av samme alder, er det sannsynlig at det har gått andre naturkatastrofer forut for orkanen i 1837 som har forberedt foryngelsen.

I en innberetning fra 1766 heter det således:

«Den i 1766 paakommende Tordenild satte disse og flere Skove i brand — — — saaledes at det nu ikke findes det ringeste til Saugtømmerhugst. Ligesaa blev Namsenalmenningen ved samme Tordenild saaledes brændt at det vil blive umuligt at faa noget Tømmer derifra i nuværende Tid — — —».

Av disse beskrivelser går det fram hvordan skogen i Namdalen har vokset opp — levet og dødd, før mennesket begynte å gripe inn med sine hogster.

Tross mange vanskeligheter har skogen hatt evne til å forynge seg selv, men det har tatt lang tid. Det viser seg at bjørka har lett for å forynge seg på de svelagte arealer. Når bjørka vokser til, vil så grana forynge seg under bjørka, og den nye granskogen vil så etter hvert vokse fram.

Da mennesket begynte å nyttiggjøre seg skogen, sa det seg selv at det bare ble de største trær som kunne drives med økonomisk fordel.

Det ble dimensjonshogsten som ble den vanlige driftsmåte her som andre steder. Etter hvert gikk disse hogster over til vanlig plukkhogst.

Disse hogster førte til en stadig mer utglisning av skogene uten at en fikk opp ny skog i særlig grad.

De forstmenn som arbeidet i distriktet var nok tidlig klar over dette forhold, — men en hadde lite å holde seg til, og plukkhogsten fortsatte som før.

I 1921 begynte Det norske Skogforsøksvesen sitt arbeide i Namdalen, et arbeide som skulle vise seg å bli meget verdifullt for skogbruket i distriktet.

Foryngelsesproblemet i Namdalens granskoger ble tatt opp på bredt grunnlag. I 1926 kom daværende forsøksleder Erling Eides første arbeide om dette spørsmål: «Granskogens foryngelsesforhold i Namdalstrakene».

I 1927 kom ett nytt arbeide av Eide: «Undersøkelse av nordenfjells granfrø 1925».

Samme år kom også det første arbeide av daværende assistent i botanikk ved Norges Landbrukshøiskole, Elias Mork: «Granskogens foryngelsesforhold i Namdalstraktene». Dette arbeide var en fortset-

telse av Eides arbeide med samme navn, og behandler inngående foryngelsesspørsmålet i Namdalen.

Med disse arbeider var det lagt et godt faglig grunnlag for det videre arbeide med foryngelsesproblemet i denne landsdel.

Ved siden av disse arbeider hadde Det norske Skogforsøksvesen fra 1921 lagt ut forsøksfelter rundt om i Namdalen for sine produksjonsundersøkelser i såvel enaldret som fleraldret skog.

Det norske Skogforsøksvesen fikk etter hvert ganske omfattende forsøk i gang i Namdalen. Det kan nevnes at man også tok opp andre viktige oppgaver for skogbruket i distriktet. Således kom allerede i 1921 Eides arbeide: Om tømmerets form i Trøndelags vassdrag — med kubikktabeller for toppmålt gran i Nord-Trøndelag. Disse tabeller har spilt stor rolle for distriktets skogbruk, og brukes den dag i dag.

Ved Det norske Skogforsøksvesens arbeider i Namdalen, kom der istand en intim kontakt med det praktiske skogbruks menn i distriktet, — og denne kontakt mellom videnskap og praktisk skogbruk ble av meget stor verdi for Namdalens skogbruk.

Det norske Skogforsøksvesen fortsatte sine studier av foryngelsesspørsmålet i denne landsdel.

I 1933 kom således Morks doktorarbeide: «Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger».

Om de vanskelige naturlige foryngelsesforhold for gran i Namdalen begynte man nå, takket være Det norske Skogforsøksvesens arbeide, å få en ganske god oversikt.

De faktorer som innvirker på den naturlige foryngelse er:

Sjeldne frøår.

Frøet er ofte dårlig modent, og kongler og frø blir delvis utsatt for sopp- og insektangrep.

Spirebetingelsene er ugunstige, idet temperaturen ofte er for lav for en god spiring.

Den sterke vegetasjon i det humide klima virker sterkt hemmende på den naturlige foryngelse.

De planter som makter å komme opp, kommer gjerne på gamle stubber, vindfall og lignende. Dette forhold er inngående behandlet i Eides og Morks arbeider fra 1926 og 1927: Granskogens foryngelsesforhold i Namdalstraktene.

Mork kommer i dette arbeide til følgende (jeg siterer): «Årsaken til at granplanter spirer og vokser på råtnende trerester, må være at disse byr på meget gunstige fysiske forhold for kimplantene samtidig som der nesten alltid vil finnes en rik flora av sopper. Disse angriper kimroten såsnart den er kommet ut av frøskallet og dan-

Fig. 1

Planting Sve II_3. Forgr. plantet 1940, bakgr. plantet 1930. Lengst bak 130 år gammel skog.

ner en sopprot som meget bedre kan tilgodegjøre seg de på disse steder lite omdannede kvelstoff-forbindelser enn roten alene er istand til». — Ellers ser det ut til at gran har relativt lett for å forynge seg under bjørk, — men veien om en bjørkegenerasjon tar lang tid — gjerne 50—60 år, og blir av den grunn kostbar.

Som et ledd i sine foryngelsesstudier i Namdalen, satte Det norske Skogforsøksvesen også igang omfattende kulturforsøk for å belyse denne side av foryngelsesproblemet. I disse inngikk såvel såning — som plantingsforsøk.

Resultatet av forsøkene tyder på at planting er en langt sikrere kulturmåte enn såning.

Når det gjelder kulturforyngelse av gran i Namdalen blir det derfor neppe spørsmål om annet enn planting.

Samtidig som Det norske Skogforsøkvesen begynte sitt arbeide i Namdalen i 1921, satte Bangdalsbruget igang kartlegging og taksering av sine skoger.

Dette arbeide ble ferdig i 1925.

I 1926 la forstkandidat Oscar Collett og skogsjef Finn Eliassen frem sin plan for driften av firmaets skoger. Kartene over firmaets eiendommer ble tatt opp i målestokk 1 : 5000 og 1 : 10 000 for de større eiendommer.

Hver eiendom ble under kartleggingen delt inn i skifter og teiger.

Et skifte er et naturlig begrenset område som er noenlunde ensartet med hensyn til drift og fløtning. Hvert skifte ble taksert for seg.

Skiftene er delt inn i driftsteiger med faste grenser. Hver driftsteing skal hogges hvert 12. år, de mest avsidesliggende teiger hvert 20. år.

Teigene er inntegnet på kartene og nummerert fortløpende for hvert skifte. Kubikkmasse og tilvekst ble beregnet særskilt for hvert skifte. Teigens størrelse ble gjort slik at den skulle gi 1000—1200 m^3 tømmer i driftskvantum hvert 12. år (resp. 20. år), det vil si en normal drift etter Namdalsforhold.

Fig. 1 viser driftsinndelingen i firmaets eiendom Sve i Namdalseid herred. Eiendommen er delt i 5 skifter med 11 driftsteiger:

Skifte	I	har	3	driftsteiger
»	II	»	3	—»—
»	III	»	2	—»—
»	IV	»	2	—»—
»	V	»	1	—»—

Teigene betegnes slik: Sve II_1 — Sve III_2 osv.

Under taksten 1921—25 ble skogen bonitert etter en 4 delt boniteringstabell, hvor bonitet I og II er granmark, bonitet III er blandingsskog gran og furu og bonitet IV er dårligste furumark.

På grunnlag av denne takst og driftsinndeling utarbeidet forstkandidat Collett og skogsjef Eliassen en driftsplan for eiendommene.

Planen ble satt ut i livet i 1926 og har således nå virket i 30 år, — og det er fortsatt den samme plan vi følger.

Planen går i korthet ut på:

De ensaldrede bestand på god og middels bonitet skal forynges ved snauhogst og planting i løpet av 72 år.

Da det går 12 år mellom hver hogst, blir det 6 hogster før alt er forynget.

Ved første gangs hogst innlegges parallelle snauhogster — 25 m brede med 200 meters avstand. Disse beltehogstene legges så vidt mulig vinkelrett på terrenget, og de har en lengde som varierer med bonitet og terreng. Disse snauhogster blir plantet med 4 årig gran 2. sommer etter hogsten.

Hvis planen hadde vært opplagt i dag, ville nok snauhogstene blitt 40—50 m brede. Vi må dog være merksame på at synet på snauhogst og planting var ganske annerledes for 30 år siden enn i dag, — og Bangdalsbrugets beltehogster vakte adskillig motstand den første tid.

Hvordan hogstene er opplagt, går tydelig fram av kartet over Sve skog.

Granbestand Sve II_3. Alder 130 år, fotografert 1955.

Samtidig som beltehogstene blir opplagt, blir de mellomliggende partier tynnet.

Prinsippet for bestandspleien er: De beste trær settes igjen i jevnest mulig fordeling.

Etter 12 år kommer så hogsten igjen i samme teig. Det legges da opp nye snauhogster inn til det første opplegget. Utvidelsen foregår alltid mot nord, nordøst eller nordvest. Ved hver utvidelse gjøres bredden av snauhogsten 5 m bredere.

1. utvidelse er derfor 30 m — 2. utvidelse 35 m — osv. Dette gjøres for å holde noenlunde jevnt hogstkvantum, — det blir jo mindre arealer å tynne hver gang, — og også mindre virke å ta ut ved hver tynning.

Under blinkinga blir alle snauhogster oppmålt og tegnet inn på et blinkekart. Fra dette blir de så overført til eiendommenes hovedkart.

Hver snauhogst blir klavet og kubert hver for seg. Dette har vært gjort helt siden planen ble lagt, og vi har derfor et ganske godt statistikkmateriale over kubikkmassen på våre granmarker. Den gjennomsnittlige kubikkmasse på våre snauhogster 1926—1955 har vært 114 m^3 pr. ha.

Forstkandidat Collett og skogsjef Eliassen satte i sin tid opp en hypotetisk beregning over driftskvantumet i den 72 årige periode. Jeg skal ikke komme inn på den i detaljer, men kun nevne det viktigste:

Mens tilveksten i dag på våre ensaldrede granmarker er ca. 3 m^3 pr. ha. og år, vil den stige til ca. 6 m^3 pr. ha. og år ved overgang til kulturskogbruk, det vil si ca. det dobbelte av den produksjon vi har i dag.

Planen viser også at det årlige driftskvantum i avviklingstiden blir ca. 3,4 m^3 pr. ha. og år eller ca. 11 % mer enn den nåværende tilvekst.

Hvis vi skulle forynget våre granmarker naturlig og samtidig opprettholdt et jevnt driftskvantum, ville det ta 100—150 år før den gamle skogen var erstattet med ny skog.

Det årlige driftskvantum måtte isåfall nedsettes betraktelig. Og den nye skogen ville heller ikke på langt nær gi den produksjon hverken kvantitativt eller kvalitativt som kulturskogen.

Når vi bruker kultur istedenfor naturlig foryngelse regner vi derfor med:

1. Å få en større og verdifullere produksjon på den nye skog.
2. Å få et større årlig hogstkvantum under avviklingen av den gamle skogen.
3. Å betale kulturutgiftene med det merkvantum vi kan hogge.

Når det gjelder produksjonen i våre kulturer, så er jo disse for unge til at vi kan si noe særlig om den.

Vi har dog enkelte granplantninger i firmaets skoger av noe eldre dato — de eldste fra 1908. I Fosnes herred har vi således en plantning fra 1908. Denne planting har på 48 år hatt en middelproduksjon på 7,5 m^3 u.b. pr. ha.

I Kolvereid herred har vi en plantning av samme alder med middelproduksjon ca. 8,5 m^3 u.b. pr. ha. Den løpende tilvekst på disse plantninger er henholdsvis 13 og 15 m^3 pr. ha.

Disse produksjonstall fra plantninger i Namdal viser hvilken produksjon vi under gunstige forhold kan vente oss, — og vi synes tallene gir grunn til optimisme.

All planting i firmaets skoger foregår på akkord. Hittil har praktisk talt all planting vært utført etter professor Morks flatrotmetode. I de senere år har vi forsøksvis prøvet endel spettplanting på god jord. Det brukes fylljord. Angående planteavstand veksler denne fra 1,6 m til 2,3 m — varierende etter bonitet og beliggenhet.

Det er nå 30 år siden planen ble satt ut i livet. De fleste driftsteiger er hogd 2 ganger, og vi holder nå på med 3. omgang.

Det beregnede hogstkvantum har holdt stikk, og plantningene ser lovende ut. Skader og uhell på plantningene har vi hatt lite av.

De vanskeligheter vi har hatt, har vært:

Ugraset på de bedre boniteter kan være adskillig sjenerende, men det er utrolig hvor godt plantene har greid seg. Valg av planteplass tror

Planting Sve II_2. Plantet 1929, fotografert 1955.

jeg spiller meget stor rolle. Hos oss har vi alltid vært meget nøye med dette.

I vår planteinstruks står blant annet: «Det skal plantes inntil stubber, nedlåg, topper, envidere i kvisthauger og inntil stein og tuer. I det hele må alle muligheter som kan gi planten vern, utnyttes».

Ugrasrydding har vi hatt forholdsvis lite av. Det verste ugras er rørkvein — Calamagrostis purpurea, — som kan være nokså sjenerende.

Frost har vi hatt endel av, særlig på lavere plasser langs vassdragene. Her kan skuddene fryse i enkelte kalde netter om forsommeren. Gjentar frosten seg flere år på rad, blir plantene vantrevne å se til. På slike steder setter vi igjen en skjerm av bjørk, — og det ser ut som det kan være en fordel å plante på uryddede felter hvor frostfaren er stor.

Snøen kan i enkelte strøk være litt lei med snøtrykk. Men det er utrolig hvor fort plantene retter seg.

Gransnutebillen (Hylobius abietis) har vi stort sett vært forskånet for, idet vi ikke har hatt noe egentlig angrep av den.

Beitefe kan også gjøre noe skade på de felter som ligger nærmest gårdene, men denne skade er ubetydelig da buskapene på våre gårder er små og beitearealene store. Etter hvert blir det også anlagt mer kulturbeite som frigjør skogsbeite.

Elgskader har vi hatt endel av etter krigen. Furuforyngelsene

er jo for en stor del helt ødelagt av elgen, men også våre grankulturer er i enkelte strøk sterkt hjemsøkt av den.

Elgen biter av siste års skudd om vinteren. Det dannes da ofte dobelttopp. Gjentar dette seg flere år på rad, får plantene et hekkelignende utseende.

Elgbeite på våre grankulturer er i dag et virkelig problem.

I det store og hele må vi si at våre grankulturer er meget vellykkede.

Vi regner med en planteavgang på 5—10 %. Komplettering forekommer derfor praktisk talt ikke.

Jeg har her ganske kort søkt å beskrive den drifts- og kulturplan som vi i 30 år har arbeidet etter, — og som fortsatt danner grunnlaget for vår skogskjøtsel.

Når det gjelder foryngelsesspørsmålet på våre granmarker i Namdalen, har Det norske Skogforsøksvesen nedlagt et meget verdifullt arbeide.

Da Bangdalsbruget gikk igang med sin kulturplan i 1926, møtte den stor motstand den første tid.

Etter hvert som plantningene begynte å slå til, ble motstanden mindre.

For Bangdalsbruget var det en god støtte at Det norske Skogforsøksvesen og dets fremste menn fulgte planen med interesse og gav positive råd i den omlegging av skogskjøtselen som firmaet hadde begynt.

I dag har kulturskogbruket på det nærmeste slått igjennom hos alle skogeiere i Namdalen.

I dette arbeide har Det norske Skogforsøksvesen spilt en stor rolle.

Det er jo nettopp skogforskningens resultater som danner det faglige grunnlag for den omlegging av skogskjøtselen som har funnet sted i de siste 20 år.

Professorene Eide og Mork har ved sine reiser i Namdalen, ved deltagelse i skogdager og befaringer, opparbeidet en kontakt og et tillitsforhold mellom forskning og praktisk skogbruk som jeg tror har vært av overordentlig stor verdi for distriktets skogbruk.

Oddvar Mørkved.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

INGER AASS

En cytologisk analyse av Skjåkfurua

A cytological Analysis of Scots pine (Pinus Silvestris L.) from Skjåk, Norway

Innholdsfortegnelse.

	Side
Innledning	96
Materialet	97
Kromosomenes antall, form og størrelse	98
Studier av meiosis og pollenutvikling	101
Sammendrag	108
Litteratur	108
A Cytological Analysis of Scots pine (Pinus silvestris L.) from Skjåk, Norway	109

Forord.

Undersøkelsen er foretatt i årene 1953—1955, og arbeidet er lagt opp i samråd med professor Erling Eide og forsøksleder Tollef Ruden ved Det norske skogforsøksvesen.

Ved imøtekommenhet fra instituttbestyreren ved Universitetets Botaniske laboratorium professor Gunnar Ålvik er det meste av arbeidet utført der.

Universitetsstipendiat Gunvor Knaben har gitt meg den beste veiledning og har dessuten vært så elskverdig å gå gjennom manuskriptet.

Personalet ved avdelingen for planteforedling ved Det norske skogforsøksvesen har hjulpet meg med innsamling av materiale og driving av kvister, og almenningsbestyrer Einar Sandbakken, Skjåk, har samlet inn supplerende materiale.

Den økonomiske støtte som har muliggjort undersøkelsen er gitt av Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening og Det norske Skogforsøksvesen.

Til alle som har hjulpet meg vil jeg få uttrykke min hjerteligste takk.

Oslo, august 1955

Inger Aass.

Innledning.

Vår vanlige furu (*Pinus silvestris L.*) har kromosomtallet 2n = 24. Dette tall er det som forekommer oftest hos bartrærne. Det finnes hos alle arter av furu, gran og lerk og likeledes hos barlind. Sammenlignet med angiospermene er det liten variasjon i kromosomtallene hos gymnospermene. Sypressfamilien med vår norske einer har 2n = 22.

Polyploidi er lite utbredt hos gymnospermene. Det var således lenge kjent bare 3 naturlige polyploide arter: *Juniperus chinensis Pfitzeriana, Pseudolarix amabilis* (Sax & Sax 1933) og *Sequoia sempervirens* (Jensen & Levan 1941) som alle er tetraploide med 2n = 44 kromosomer. Av stor interesse er derfor funnet av en spontan tetraploid europeisk lerk (*Larix decidua* Mill.) som ble gjort i en park på Sjælland (Christiansen 1950). Denne lerken var et 15.2 meter høyt velvelvokset tre med hengende grener. Den skilte seg fra de diploide trær ved å ha dobbelt så lange nåler og adskillig større kongler enn disse. Videre var endeknoppene påfallende meget større. Boreprøver viste at treet, som var 58 år gammelt, hadde vokset meget dårlig de 8–9 første år. I de neste 20 år var veksten god for deretter å avta igjen. En forklaring på denne tilbakegangen var vanskelig å finne. En direkte sammenligning med veksten hos diploide lerk var ikke mulig, da ingen slike vokste under de samme betingelser på finnestedet. Christiansen holder det for sannsynlig at treet var innført fra England.

I Sverige ble det i 1946 funnet en del spontant triploide, tetraploide og mixoploide gran (*Picea abies* (L.) Karst.) (Kiellander 1950). De vokste på et plantefelt med 2-åringer som stammet fra frø samlet inn fra ca. 500 trær rundt i landet. I et materiale på 1.2 millioner planter ble 93 morfologisk avvikende planter sortert ut og kromosomtallet bestemt for 65 av disse. 49 viste seg å være diploide med 2n = 24, 1 var triploid med 2n = 36, 22 var tetraploide med 2n = 48 og 3 var mixoploide. Kiellander hevdet først at det kunne være nærliggende

å anta at de tetraploide planter stammet fra et og samme tre, men han fant senere tetraploid avkom fra forskjellige trær. De avvikende planter ble plukket ut på grunnlag av dårlig vekst og korte, tykke nåler. Grunnen til at disse plantene ble sortert ut for kromosomtallsbestemmelse var at det i 1941 og 1942 hadde lykkes å fremstille en del tetraploide og mixoploide planter etter colchicinbehandling av granfrø, og de viste de samme morfologiske trekk: dårlig vekst og korte tykke nåler.

I Danmark har Syrach Larsen gjennom lengre tid foretatt krysningsforsøk med lerk. Krysningen *Larix decidua* x *occidentalis* gav et interessant resultat. Av 534 frø som ble fremstilt spirte bare ett. Denne planten atskilte seg tydelig fra andre hybrider den vokste sammen med ved sin raske vekst. En undersøkelse av kromosomtallet viste at planten var triploid med 2n = 36 kromosomer (Syrach Larsen & Westergaard 1938). Under et studieopphold i København 1948 fikk mag. scient. G. Knaben anledning til å studere denne lerkehybrid med hensyn til kromosommorfologi og kromosombinding under meiosis (G. Knaben 1953).

Professor Erling Eide og forsøksleder Tollef Ruden reviderte i 1952 et avkomforsøk på Skogforsøksvesenets plantefelt Matrand ved Kongsvinger av furu fra en rekke provenienser. De oppdaget da at planter som stammet fra frø innsamlet i Skjåk, gav opphav til en rekke abnorme former. Trærne var for det meste forkrøplete, noen krypende, andre opprette og de fleste hadde kortere og tykkere nåler enn normalt. Forsøksleder Ruden fant igjen disse formene på et ganske stort område i Skjåk. Særlig var det mange av dem på Aurmoen.

På grunn av likhet i vekstmåte med de ovenfor omtalte svenske tetraploider var det av stor interesse å få undersøkt kromosomtallet hos rasen i Skjåk. En kunne gjette på at de morfologiske avvikelser fra vanlig furu kanskje kunne stå i forbindelse med polyploidi eller cytologisk uregelmessighet på annen måte. I samarbeid med forsøksleder Ruden gikk jeg derfor i 1953 igang med en cytologisk granskning av det merkelige furubestandet på Aurmoen i Skjåk.

Materialet.

Våren 1953 og 1954 ble det valgt ut og merket ca. 100 busker og trær som representerte mest mulig forskjellige typer innenfor bestandet. De varierte fra helt krypende busker med nesten normalt

lange nåler til kuleformete kvaster med korte nåler og forkrøplete trær med oftest kroket stamme og forskjellig lengde på nålene.

Fra hvert tre ble samlet kvister med henblikk på cytologiske studier av hanblomsterknopper og nåleanlegg. Som regel skiller de hanlige blomsterknopper seg fra knopper med nåleanlegg ved en mer oppsvulmet basis. Kvister med kortskudd med merker etter tidligere blomstring har oftest rikelig med hanblomstanlegg på de yngre deler. Kvister kan med fordel samles fra tidlig på høsten (10. oktober) og fram til tiden før blomstring neste vår, da blomsterknoppene liksom nåleanleggene utvikles straks kvistene settes til driving. I den mørke årstid foregår veksten normalt i laboratoriet ved stuetemperatur og kunstig lys (300 W lampe). Kvistene bør beskyttes mot uttørring ved å settes under en glassklokke eller lignende. Avskårne kvister kan oppbevares en tid enten fuktig i plastpose ved lave temperaturer eller i kjølerom dekket av sne.

For sammenligning studerte jeg kromosommorfologi og meiosens forløp hos prøver av vår vanlige bredkronete furu *(P. silvestris* underart *septentrionalis* Schott) på materiale innsamlet av trær fra området ved Norges Landbrukshøyskole Ås, fra Langlia, Midtstuen, Gaustad og Tøyenhagen i Oslo, og en prøve av den smalkronete fjellfuru *(P. silvestris* underart *lapponica* (Fr.) Hartm.) fra Tunnhovd i Numedal.

Både nåleanlegg og blomsterknopper ble studert i halvpermanente squashpreparater. De ble fiksert i en blanding 3 : 1 av absolutt alkohol og iseddik. Fikserte knopper som hadde vært oppbevart på 70 % alkohol ble forbehandlet i en blanding 1 : 2 av konsentrert HCL og 96 % alkohol (20—30 minutter) og lagt opp som lakmoid-propionsyre-squash. Jeg har siden funnet at Feulgenfarging er mer fordelaktig og anvender denne direkte etter 15—20 minutters fiksering.

Fiksert materiale holder seg uforandret en tid ved oppbevaring på fikseringsvesken ved ÷ 6—7° C.

Kromosomenes antall, form og størrelse.

I nåleanleggene hos kvister som er satt til driving begynner cellene å dele seg allerede etter 2—3 døgn og etter en uke er de i livlig deling. Kjernene hos furu er likesom hos våre andre nåletrær store, og kromosomene ved vanlig celledeling er lange. De har liten plass under cellens deling og fyller under metafasen hele cellevolumet.

En forbehandling før fiksering av nåleanleggene i en 0.5 % col-

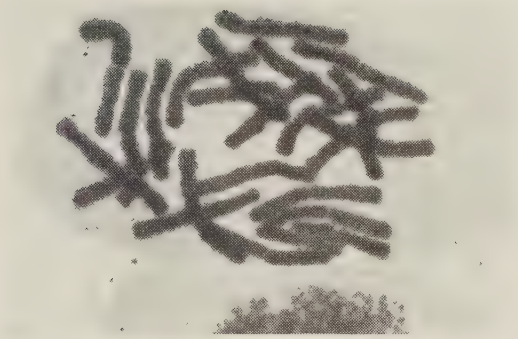


Fig. 1. Somatisk mitose i et nåleanlegg. *Somatic mitosis from a needle meristem after colchicine treatment.* $2n = 24$. Feulgen squash. × 1290.

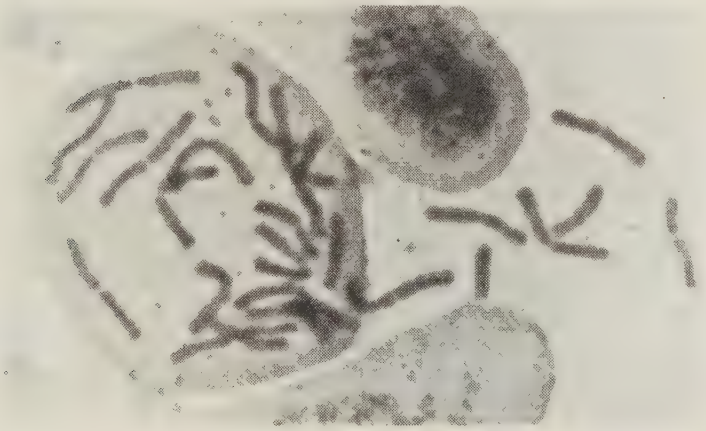


Fig. 2. Somatisk mitose i nåleanlegg. 5 kromosomer, hvorav et delt, utenfor cellen. *Somatic mitosis from a needle meristem after colchicine treatment. 5 chromosomes outside the cell.* $2n = 24$. Feulgen squash. × 1290.

chicinoppløsning 5—10 timer bevirker at kromosomene kontraheres og retter seg ut. Ved hydrolysen i 1 n HCL ved 60° C i 10 minutter ved farging i Feulgen etter fiksering løsner cellene fra hverandre og cytoplasmaet blir meget plastisk. Bare et svakt trykk på dekkglasset er nå nok til å gi en meget god spredning av kromosomene (fig. 1).

En skjematisk tegning av de 24 kromosomene (fig. 3) hos vår vanlige furu er laget på grunnlag av 2 metafaseplater (fig. 1 og 2) fra nåleanlegg hos trær fra Gaustad. Kromosomene viser en jevn stigning i størrelse bortsett fra 3 par hvorav 2 er tydelig mindre enn de andre og det tredje paret inntar en mellomstilling. Alle kromosomene har omtrent median sentromer, hvilket stemmer med hva Sax og Sax (1933 s. 360) har funnet hos andre *Pinus*-arter. Et kromosompar har en sekundær innsnøring som en kan se hos 2 litt bøyde kromosomer midt i cellen på fig. 2.

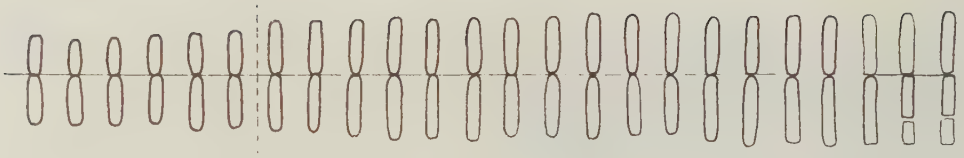


Fig. 3. Kromosomdiagram av mitosekromosomer i nåleanlegg. *Chromosome diagram of mitosis in a needle meristem. The centromeres are placed on the horizontal line.* × 1290.

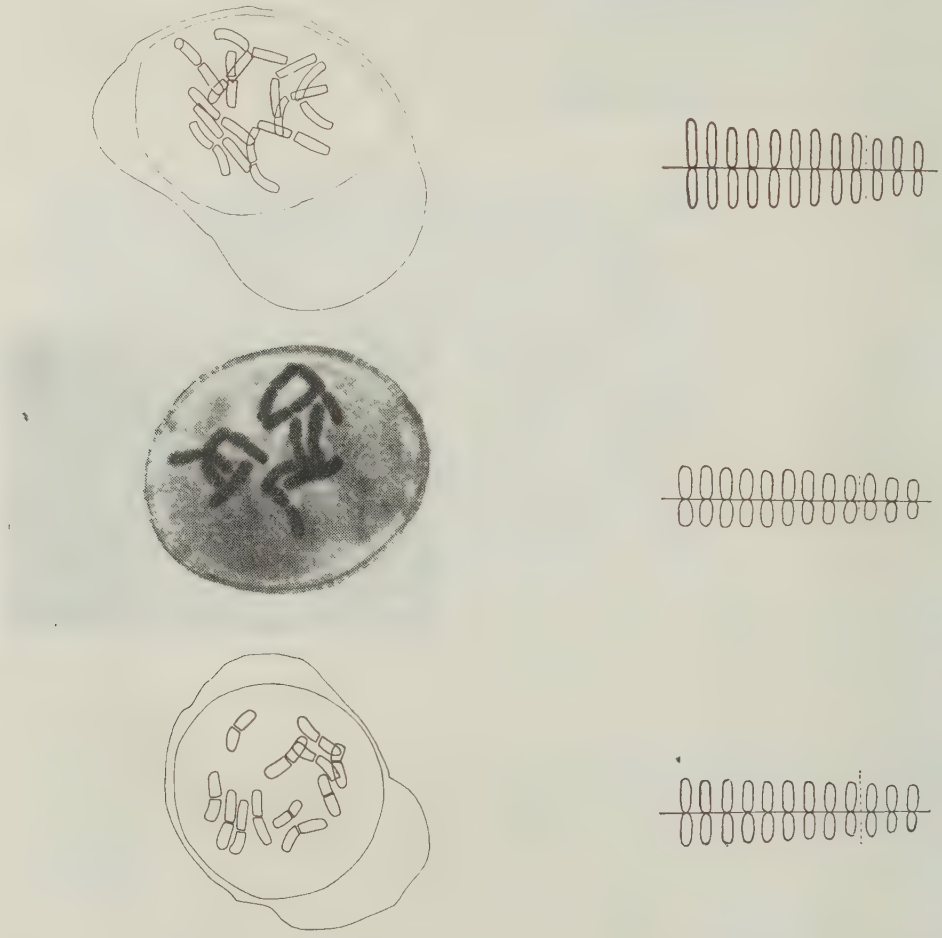


Fig. 4. Haploide mitoser i pollenkorn fra 2 trær (nr. 11 og 13) i Skjåk (øverst) og et fra Gaustad (nederst). Til høyre kromosomdiagram av de samme. *Haploid mitosis in pollen grains from 2 trees in Skjåk (above) and from a normal tree (below). To the right chromosome diagram of the same.* × 670.

Av de 100 busker og trær som ble merket på Aurmoen er kromosomtallet bestemt hos 24 som alle har vist seg å ha 2n = 24 kromosomer. Kromosomtallet hos disse er dels bestemt i mitoser i nåleanlegg eller i pollenkorn, dels i forskjellige meiosisstadier. Meiosis, dels også mit-

oser er studert hos 18 av de 24 trær, hos de øvrige er bare undersøkt mitoser.

Etter meiosis følger hos furu 3 pollenmitoser. Under disse dannes den generative og vegetative kjerne samt 2 kjerner som degenererer og legger seg opp til intinen. (Indre hinne i pollenkornets vegg). På grunnlag av metafasekromosomene i første pollenmitose har jeg skjematisk tegnet de haploide kromosomsett hos 2 trær (nr. 11 og 13) fra Skjåk og ett fra Gaustad (fig. 4). Kromosomene var sterkt kontraherte og den sekundære innsnøring kunne ikke sees. På grunn av at kromosomene ikke er tegnet i nøyaktig samme stadium varierer lengden av homologe (samhørige) kromosomer i settene meget. Men da tykkelsen også varierer en god del må kromatinmengden antas å være den samme.

Det er stor overenstemmelse i kromosomenes form og størrelse hos disse trær. Alle har omtrent median sentromer og det er en jevn overgang i størrelse fra de mindre til de større kromosomer. Det er dog 2 kromosomer i hvert sett som er tydelig mindre enn de andre, og et tredje som inntar en mellomstilling. Disse forhold stemmer med den variasjon i størrelsen som ble funnet ved studiet av mitosen i nåleanlegg (fig. 3).

Studier av meiosis og pollenutvikling.

Meiosens forstadium, prometafasen, er vel egnet for analyse av bivalentdannelsen, og en rekke pollenmorceller i dette stadium er studert. Det ser ut til at lokaliserte chiasmata forekommer vanlig, idet de samme konfigurasjonene går igjen fra celle til celle. En må dog anta at det finner sted en viss terminalisering, et fenomen som minsker antall chiasmata i løpet av meiosen. I de tidlige stadier (tidlig profase) forekommer det bivalenter med 3, endog 4 chiasmata. Mot senere stadier (diakinese og metafase), øker hyppigheten av bivalenter som bare har 1 eller 2 chiasmata. Sammenlign fig. 5 og 6 med fig. 7.

Ved studium av meiosis i materialet fra Skjåk har jeg funnet en bivalentdannelse som svarer fullstendig til forholdene hos de vanlige furuene. I fig. 8 ses bivalentene under prometafasen i en pollenmorcelle fra et tre i Skjåk (nr. 13), og under hver bivalent en skjematisk tegning av kromosombindingene. En av bivalentene, den første, har bare 1 chiasma. De 10 neste har 2 chiasmata og den tolvte har hele 3.

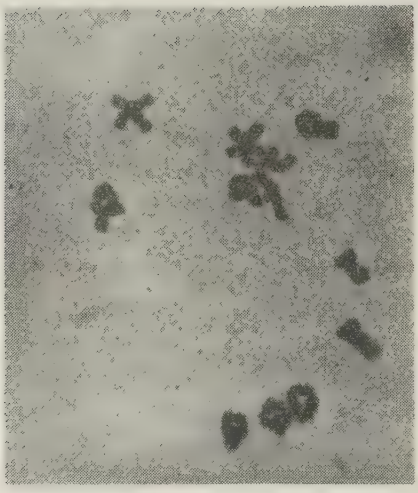
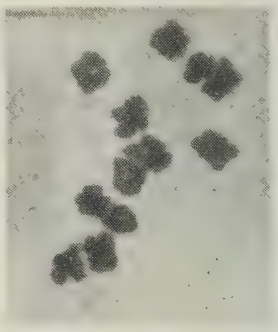


Fig. 5. Kromosomene i en pollenmorcelle under prometafasen. *The chromosome pairing at prometaphase of a P. M. C.* $2n = 24$. Feulgen squash. × 750.

Fig. 6. Bivalentene i en pollenmorcelle under metafase I. *The bivalents at metaphase I of a P. M. C.* $2n = 24$. Feulgen squash. × 750.



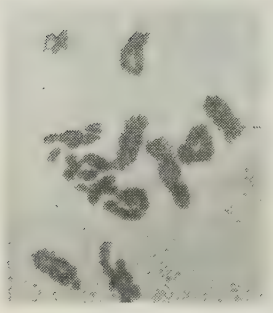


Fig. 7. Bivalentene i en pollenmorcelle under pachyten i profasen. *The bivalents at pachyten of a P. M. C. Each bivalent has more chiasmata than in later stages. See fig. 5 and 6.* $2n = 24$. Feulgen squash. × 750.

Hos de vanlige furuer synes de senere stadier av meiosis oftest helt regelmessige. Fig. 9 viser første delings anafase med helt lik fordeling av 12 kromosomer til hver pol. Annen delings metafase følger umiddelbart etter en kort interfase. På grunn av kromosomenes størrelse fyller de 2 equatorialplater under dette stadium en stor del av cellevolumet og ved prepareringen presses de i mange pollenmorceller sammen i et plan. Fig. 10 og 11 viser to pollenmorceller med sammenpressete metafaseplater henholdsvis under tidligere og senere metafase. I pollenmorcellen avbildet i fig. 12 sees en meget sen metafase II med kromatidene bare holdt sammen ved centromeren. En skal være oppmerksom på at de store kromosomene hos furu på

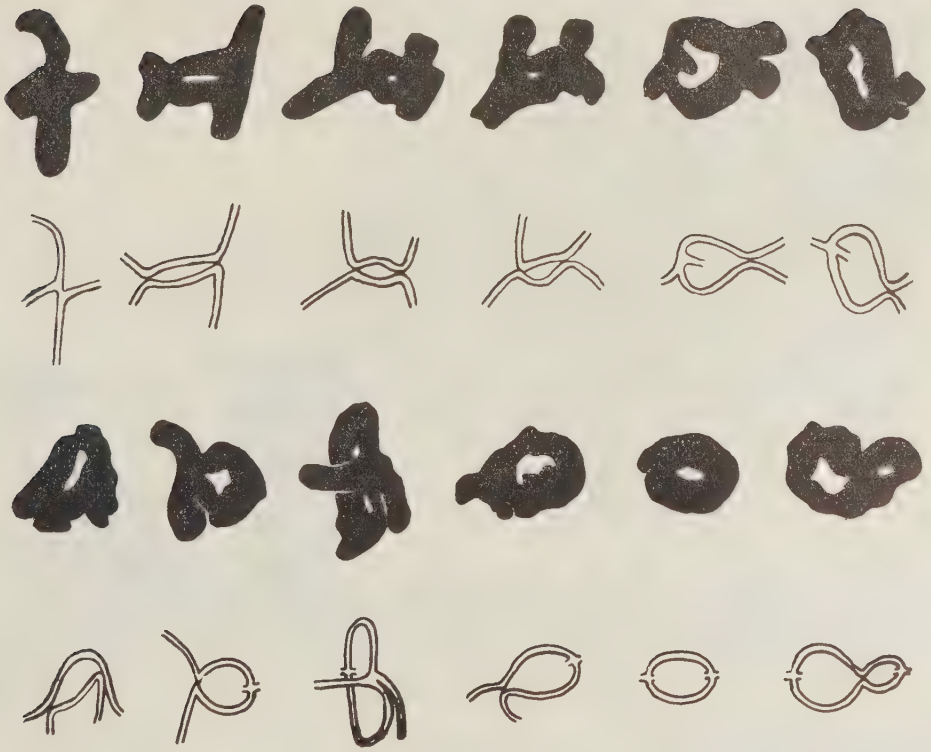


Fig. 8. Bivalentene i en pollenmorcelle under metafase I. *The bivalents at metaphase I of a P. M. C. from a tree in Skjåk.* $n = 12$. $\times$ 2230.

dette stadium ved for sterkt press på dekkglasset under prepareringen lett kløves ved sentromeren. Hvis en derfor ikke kjenner kromosomenes utseende under hele delingssyklen, kan celler lett bli misoppfattet til å være tetraploide.

Hos de vanlige furutrær kan en av og til særlig under første delings anafase se unormale foreteelser. I noen pollenmorceller blir kromosomer liggende igjen i spindelen og nøler med å gå til polene. I andre celler kan det iakttas kromatide-broer mellom anafaseplatene. H. J. Sax (1932 s. 369) mener at brodannelsen som han har sett i materiale hos *Larix* skyldes at chiasma i enkelte tilfelle terminaliseres (se ovenfor) med vanskelighet og kromatidene derfor blir trukket ut i tynne tråder mellom sentromerene og chiasma. Mens dette som nevnt forekommer sjelden hos vanlig furu er det en alminnelig foreteelse hos en del av Skjåkfurüene, se fig. 13 og 14.

I materialet av furu fra Tunnhovd og Gaustad har jeg sett sporadisk forekomst av noen få abnormt store pollenkorn. Telling av kromosomene har vist at disse pollenkorn er diploide med $2n = 24$

Fig. 9. Anafase I i en pollenmorcelle. *Anaphase I in a P. M. C. with regular distribution of the chromosomes.* Feulgen squash. × 750.

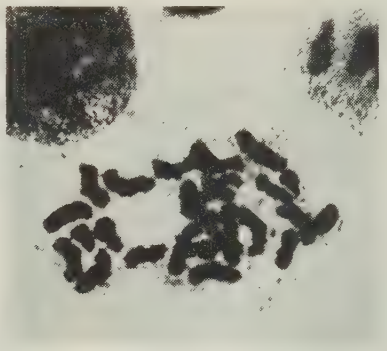


Fig. 10. Tidlig metafase II i en pollenmorcelle. *Early metaphase II in a P. M. C. The chromosomes are pressed into one plane.* Propion-lacmoid squash. × 750.

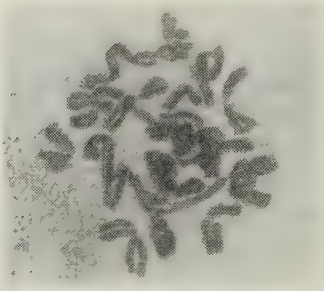


Fig. 11. Sen metafase II i en pollenmorcelle. *Late metaphase II in a P. M. C. The chromosomes are pressed into one plane.* Feulgen squash. × 750.

kromosomer. Fig. 15 viser et slikt pollenkorn under første pollenmitoses metafase. *Det er påfallende at hos 2 av trærne i Skjåk (nr. 11 og 13) er det rikelig opptreden av slike diploide pollenkorn og de finnes også i mindre mengde hos 2 andre (nr. 7 og 18).*

Disse diploide pollenkorn har når de er fullt utviklet et morsomt utseende (fig. 16). De kan ha 4 vinger og ser da ut som 2 sammensmeltete haploide korn forbundet med en bred plasmakanal. Disse forhold varierer dog idet det kan være færre enn 4 vinger. I materialet fra Tunnhovd og Gaustad hadde de diploide korn 3 eller 4 vinger, mens de hos Skjåkfurene kunne ha bare 2 eller endog mangle vinger helt. De diploide korn hos Skjåkfuruene hadde allikevel oftest 3 eller 4 vinger. Bredden av plasmakanalen mellom de 2 halvdeler av pollen-

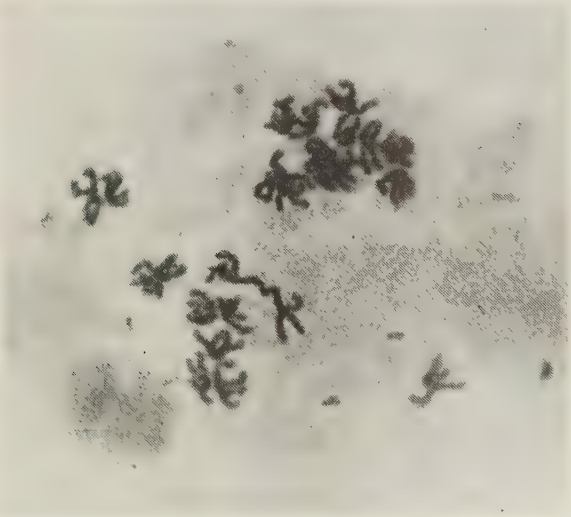


Fig. 12. Metafase II i en pollenmorcelle. *The two metaphase-II-plates in a P. M. C. The chromosomes only connected at the centromeres.* Feulgen squash. × 750.

kornene varierte mere i Skjåkmaterialet. I virkeligheten var det i dette alle overganger i utformingen av de diploide pollenkorn fra de som nesten var skilt i 2 deler og forbundet bare med en tynn plasmakanal og uten vinger, og til de som hadde et stort cellerom og 4 velutviklete vinger.

Veggdannelsen ved den normale pollenutviklingen hos furu er

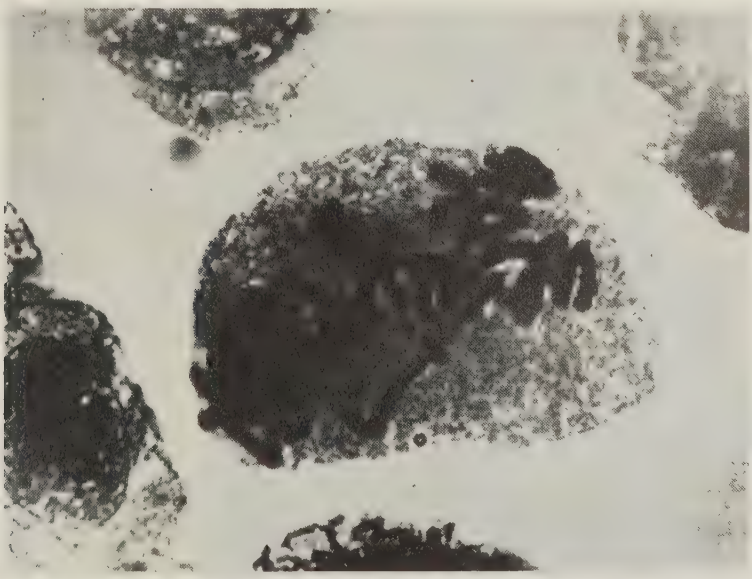


Fig. 13. Kromatinbro under anafase I i en pollenmorcelle. *Chromatine bridge in a P. M. C. at anaphase I.* Propion-lacmoid squash. × 1100.

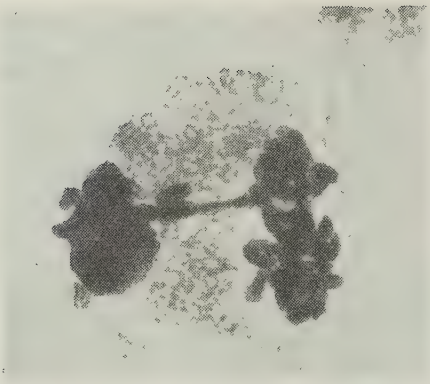


Fig. 14. Kromatinbro under anafase I i en pollenmorcelle. *Chromatine bridge in a P. M. C. at anaphase I.* Propion-lacmoid squash. × 1100.

simultan og det dannes som resultat av meiosis 4 pollenceller med hver 12 kromosomer i kjernen.

Hvordan kan dannelsen av de diploide pollenkorn forklares? Som resultat av meiosis dannes i dette tilfelle kun 2 pollenceller idet spindelens funksjon under annen delings anafase er unormal eller undertrykket, og det skjer en restitusjonskjernedannelse. Ved en restitusjonskjernedannelse kløves kromosomene, i dette tilfelle de 12 hos furu, men kromosomhalvdelene viker ikke fra hverandre, og det oppstår ved den annen meiotiske deling kun 2 kjerner i pollenmorcellen, hver med 24 kromosomer.

Under meiosens annen deling har jeg sett at spindlene i pollenmorcellene kan ha varierende retning i forhold til hverandre. I det tilfelle at de ligger nær hverandre i samme plan vil spindlene kunne smelte sammen og kromosomene samles ved bare 2 poler etter delingen. Både i dette tilfelle og ved restitusjonskjernedannelsen undertrykkes celleplatedannelsen i en retning og der dannes pollenkornpar (dyader). Imidlertid kan avsnøringen utenfra fra celleveggen foregå

Fig. 15. Diploid pollenkorn fra samme tre i Skjåk som nr. 2 i fig. 4. *Diploid pollen grain from the same tree as No. 2. in fig. 4.* Propion-lacmoid squash. × 670.

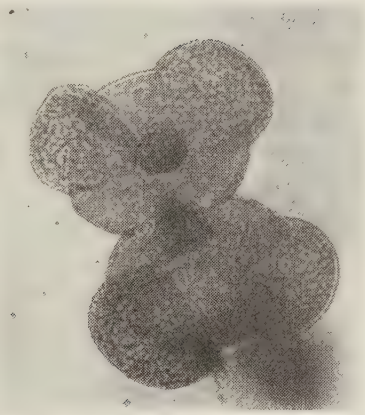


Fig. 16. Diploid pollenkorn fra tre i Skjåk. *Diploid pollen grain from tree in Skjåk.* Feulgensquash. × 550.

som normalt og ferdige diploide pollenkorn får det merkelige utseende som er avbildet i fig. 16.

De 24 busker og trær valgt ut i furubestanden i Skjåk og som jeg har undersøkt cytologisk er alle sammen diploide med 2n = 24 kromosomer. Som nevnt tidligere viste 49 av 93 aberranter innenfor et utvalg av misvokste granplanter undersøkt av Kiellander i Sverige seg å være diploide, mens det blandt de øvrige ble funnet avikende kromosomtall (triploide, tetraploide, mixoploide). En kan etter min oppfatnig ikke utelukke den mulighet at det også blandt furuene i Skjåk kan finnes individer med avvikende kromosomtall. Men på dette

Fig. 17. Cypressformet eksemplar av Skjåkfuruene. Foran dette en krypform. *Cypress-shaped specimen of the Skjåk pines. Creeping form in front.* Fot. T. Ruden.

stadium kan lite sies om hva som ligger til grunn for variasjonen innenfor denne heterogene og avvikende furuforekomst.

De krysningsforsøk som pågår mellom disse furuer og vanlig norsk furu må vi derfor se fram til med forventning. Et studium av hybridene vil klarlegge om det er skjedd strukturelle kromosomforandringer parallellt med genmutasjoner. De avkomforsøk som er foretatt på Matrand viser jo at disse furuene er genetisk forskjellig fra vanlig furu. I utspaltningen opptrådte de samme former som vokser i Skjåk.

Sammendrag.

Det er gjort en cytologisk undersøkelse av 24 busker og trær valgt ut i et bestand av unormale furuer på Aurmoen i Skjåk.

Som en analogi til KIELLANDERS funn av triploide, tetraploide og mixoploide individer innenfor et utvalg av unormale granplanter (KIELLANDER 1950), kunne en vente at også disse Skjåkfuruene ville vise unormal celledeling. Det er ennå ikke funnet polyploider i det undersøkte materiale. Sammenlignet med flere prøver fra normal furu viser imidlertid trærne i Skjåk hyppige avvikelser fra normal meiosis og unormalt mange diploide pollenkorn hos enkelte av trærne.

Det er derfor sannsynlig at det kan finnes polyploider i bestandet i Skjåk, eller at slike kan finnes i krysninger mellom Skjåkfuru og vanlig norsk furu. Slike krysningsforsøk er satt i gang ved Skogforsøksvesenets avdeling for planteforedling.

Inger Aass

Litteratur.

CHRISTIANSEN, H., 1950. A tetraploid *Larix decidua* Miller. Det kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd. 18 nr. 9.

JENSEN, H, and A. LEVAN, 1941. Colchicine-induced tetraploidy in *Sequoia gigantea*. Hereditas XXVII.

KIELLANDER, C. L., 1950. Polyploidy in *Picea Abies*. Hereditas XXXVI.

KNABEN, G., 1953. En cytologisk analyse av diploid og triploid *Larix*. Blyttia 11.

SAX, H. J., 1932. Chromosome pairing in *Larix*. Journ. Arnold Arb. XIII.

SAX, K., and H. J. SAX, 1933. Chromosome number and morphology in the conifers. Journ. Arnold Arb. XIV.

SYRACH LARSEN, C., and M. WESTERGAARD, 1938. Contribution to the cytogenetics of forest trees. I. A tripoid hybrid between *Larix decidua* Miller and *Larix occidentalis* Nutt. Journ. Genetics XXXVI.

A Cytological Analysis of Scots pine (pinus silvestris L.) from Skjåk Norway.

In the county of Skjåk in the central part of southern Norway an abnormal race of *Pinus silvestris* L. has been discovered. The stand includes creeping shrubs with needles shorter than normal, erect shrubs with very short needles and dwarf trees with needles of varying length. A progeny test with seeds from Skjåk at Matrand near the Swedish border shows the same aberrants.

24 trees and shrubs in Skjåk, and for comparison 5 *Pinus silvestris* * *septentrionalis* Schott and one *Pinus silvestris* * *lapponica* (Fr.) Hartm. from different localities in southern Norway have been examined. Chromosome counting and studies of chromosome morphology and pairing at meiosis have peen performed.

Determination of the chromosome number shows that they were all diploid with $2n = 24$ chromosomes. The chromosome diagram in fig. 3 has ben made on the basis of the metaphase chromosomes in needle meristems in fig. 1 and 2. In the middle of the cell, fig. 2, are seen 2 bent chromosomes with secondary constriction. Fig. 4 shows a chromosome diagram from the first pollen mitosis in 2 trees from Skjåk and in 1 normal tree, and there is a good correspondence between form and size of the chromosomes in the 3 sets. All the chromosomes have approximately median centromeres, and in every chromosome set the first 3 chromosomes to the left are smaller than the other. The secondary constrictions in 1 pair in fig. 3 cannot be seen due to the heavy contraction of the chromosomes, otherwise there is a good correspondence.

Chromatine bridges and lagging chromosomes are rare in the 6 normal *Pinus silvestris,* but there is a rather frequent occurance in some of the trees in Skjåk.

Great pollen grains, which have been found to be diploid, have been discovered in a few cells in 2 of the normal trees, while they are usual in 2 and frequently found in 2 more of the examined trees from Skjåk.

Crossings of pine from Skjåk with normal Scots pine have been performed 1954 and the study of the hybrids will give evidence if, in addition to gene mutations, structural chromosome changes have taken place in the aberrant Skjåk pines.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

CONRAD BONNEVIE-SVENDSEN
and
ODD GJEMS

Amount and Chemical Composition of the Litter from Larch, Beech, Norway Spruce and Scots Pine Stands and Its Effect on the Soil

Mengde og kjemisk sammensetning av strøet i lerke-, bøke-, gran- og furubestand og dets virkning på jordbunnen

Contents.

			Page
Foreword			115
Chapter	I.	Introduction and description of problem	117
»	II.	Description of the plots and the individual stands	119
		1. Grue Prestegårdsskog, Grue	119
		2. Østreng forest, Eidsberg	120
		3. Ringsaker Prestegårdsskog, Ringsaker	122
		4. Øvergård, Koppang in Storelvdal	123
		5. Fritzøehus park, Brunlanes	124
		6. Åkebakke forest, Ås	125
»	III.	Methods	125
		1. Field methods	125
		2. Pre-treatment of samples	126
		3. Chemical analysis	127
»	IV.	Annual yield of forest litter	129
»	V.	Quantity of main litter in the A_{00} layer in the various stands	134
»	VI.	Soil conditions and chemical composition of the main litter	137
		1. The plots at Grue, Eidsberg and Ringsaker. Comparison between larch and Norway spruce	145
		2. The plot at Storelvdal. Comparison between larch and Scots pine	153
		3. The plot at Brunlanes. Comparison between beech and Norway spruce	153
		4. The plot at Ås. Comparison between larch and beech	154
»	VII.	Chemical composition of residual litter and other litter	157
»	VIII.	Nutrient quantities returned annually to the soil by litter	157
»	IX.	Ground vegetation	161
»	X.	Discussion of certain findings	162
»	XI.	Summary	163
References			166
Mengde og kjemisk sammensetning av strøet i lerke-, bøke-, gran- og furubestand og dets virkning på jordbunnen.			169

Foreword.

These investigations are a direct continuation of a smaller-scale investigation in 1948–49 of a stand of Larix leptolepis and a stand of Fagus silvatica at Ås, Norway. The results were so interesting that the work was continued, so that the material now under consideration is from five additional plots.

Contributions to these investigations have been received from the Scientific Research Fund for the Agricultural College of Norway, and from the Forestry and Forest Industries' Research Organisation.

The utmost goodwill has been shown by the forest owners and the personnel with whom we have been in contact during the choice of the plots, and the planning and execution of the experiments.

Throughout the work, we have had valuable guidance from Professor Dr. J. Låg and Professor Dr. Elias Mork.

The chemical analyses have been performed partly by the authors, and partly by the chemical technicians Miss Emma Aagaard and Mr. Magne Opem.

The translation from Norwegian to English is undertaken by Mrs. D. M. Johnsen.

We wish to convey our best thanks to all those who, by means of discussion or in other ways, have been of assistance to us in this work.

Vollebekk, April 1956.

I. Introduction and Description of Problem.

Work on the question of the detrimental effect on the soil resulting from the removal of litter was begun in Germany in the middle of the last century. In this connection, investigations were made as to the quantity of litter contributed annually to forest soil. Since then, a long list of investigations has taken place all over the world regarding the litter-producing capacity of the various species of tree, and the influence exerted upon the soil by this litter. In spite of the fact that until quite recently there have been few reliable results from these experiments, certain species have been classed as «soil-improving», others as «raw humus-forming» or «soil deteriorating».

The impression is gained that an appraisal of the influence of the various species of tree on the soil is in many instances dependent upon the particular site upon which the investigations have been carried out. Beech, for example, has in many cases been given the name «The mother of the forest», whereas in other cases it is known as «Raw humus-producer of the worst type». (Rubner 1932, Tüxen 1932). Larch is often regarded as a very beneficial type of tree, whith a nutritious, easily decomposable litter, (Albert 1928, Hesselman 1926), while later experiments, both in field (Wittich 1933, 1936, 1939, 1943, 1944) and in laboratories (Mikola 1954, Viro 1955) show that the decomposition of larch needles takes place very slowly.

Norway spruce is generaly regarded as a soil-deteriorating type of tree, especially in Central Europe, where it is cultivated to a large extent in areas which are unsuitable (Krauss et al. 1939). The labile brown earth in the south of Sweden also seems to deteriorate under Norway spruce, as well as under beech, in that the soil in Norway spruce and beech stands is often subject to podzolization (Tamm 1930). For Norway spruce within its natural area of development (with raw humus and podzol), and in areas where the soil is not liable to

deteriorate, there seems to be no reason for anxiety regarding a progressive deterioration of the soil (HARTMANN 1932, WIEDEMANN 1951).

In Central Europe, Scots pine is also regarded as an injurious type of tree, and more harmful than Norway spruce as far as the litter is concerned. WITTICH (1939) finds that Scots pine needles decompose more slowly than Norway spruce needles. MIKOLA (1954) has, however, both by experiments in the laboratory and out in the stand, found that pine needles decompose rapidly, even more rapidly than birch leaves.

MATTSON and KOUTLER-ANDERSSON (1941), in laboratory experiments during the course of one year, have found the same speed of decomposition for Norway spruce and Scots pine, while the figures for beech are somewhat lower, and those for birch slightly higher.

The reasons for these somewhat contradictory results can be numerous. Laboratory experiments are carried out in various ways, and the litter which is used in the experiments is obtained from different sites and shows a varying chemical content, for example with regard to the nutrients calcium and nitrogen.

The influence of the site upon the decomposition of beech leaves and Scots pine needles seems quite clear, according to WITTICH (1939). The loss of dry matter after eight months varies for Scots pine from 27.5 % to 48.1 %, for beech from 25.5 % to 45.6 %. He found the lowest rate of decomposition for needles and leaves which were collected in stands on chalk-free soil, and the highest from stands on soils rich in chalk. WITTICH himself does not seem to attach any significance to this fact, but concludes that the collection site is without significance for the decomposition.

The field experiments also must, naturally enough, be influenced by the conditions prevailing at the plot. These conditions can, to a certain extent, alter the sequence of the various tree species (WITTICH 1953).

As it may be very misleading to draw parallels for our own country with results and experience from other parts of the world, we have, with these experiments, tried to illuminate the question more closely by means of comparable plots in different parts of eastern Norway.

In all places, except Ås, plots of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus silvestris* L.) have been laid out in adjacent stands for purposes of comparison.

The following tree species have been investigated: — *Larix sibirica* Ledeb., in Østreng forest, Eidsberg; in Ringsaker Prestegårdsskog, Ringsaker; and at Øvergård, Koppang, in Storelvdal.

Larix decidua Mill., in Grue Prestegårdsskog, Grue.

Larix leptolepis (Sieb. & Zucc.) Gord., in Åkebakke forest, Ås.

Fagus silvatica L., In Fritzøehus park (near Larvik), at Brunlanes, and in Åkebakke forest, Ås.

It has sometimes been difficult to find suitable stands, but we have tried as far as possible to find areas where the soil and the site class were similar for the stands which were compared at the same place. At some places, it was not possible to avoid a slight admixture of other tree species in the stand under investigation.

The investigations cover the years 1951—52 and 1952—53, and at Ås also 1948—49. Their object can briefly be summarised as follows:—

1. What quantities of litter are produced yearly by beech and larch?
2. What is the nutrient content of this litter?
3. How quickly does it decompose?
4. What effect has the litter from larch and beech on the soil?
5. How do the above-mentioned conditions for larch and beech compare with our usual tree species, Norway spruce and Scots pine?

The various categories of litter which are treated in this work are given the following definitions (Mork 1942):

1. *Forest litter* is all the organic material which is supplied to the soil from the trees during the course of the year. This has been divided into:—

a. *Main litter,* consisting of needles or leaves from the main tree species in the stand under investigation.
b. *Residual litter,* comprising all other litter from the main tree species (twigs, cones, bark, etc.)
c. *Other litter,* which is forest litter not originating from the main tree species.

2. *Ground litter* is litter from the ground vegetation.

II. Description of the plots and the individual stands.

In table 1, an outline is given of the description of the plots, and in table 2 a description is given of the investigated stands.

1. Grue Prestegårdsskog, Grue.

The tree species investigated here were *Larix decidua* and *Picea abies.* The plots lie approximately 250 m. above sea level, on a rather shallow moraine with a large boulder content. The site class lies be-

tween 2 and 3 according to the Norwegian Forest Survey classification (mean annual increment 6.5—4.1 m^3 per hectare).

In the case of both species the conditions of the stands made it necessary to set out the collection pots in two groups.

The larch stand was planted in 1862, and is therefore approximately 90 years old. The trees are of large dimension, but are rather unevenly spaced on account of windfalls. The Norwegian Forest Research Institute has sample plots in both stands, and the material from these forms the basis for the volumes given.

In one stand, there are 232 trees per hectare, with a volume of approximately 230 m^3, and in the other stand 239 trees, with approximately 320 m^3 per hectare.

The field has a slight to medium incline towards north and west. The ground vegetation is more or less uniform, being for the most part common moss, consisting of *Hylocomium* and *Dicranum* species, as well as *Ptilium crista-castrensis*. In addition, there are a number of fresher patches with *Vaccinium myrtillus,* some *Lastrea dryopteris (Dryopteris linnaeana) Majanthemum bifolium, Oxalis acetosella* and *Deschampsia flexuosa*. The spruce stand is approximately 80 years old. No exact calculation of the volume has been taken, but we have made an estimate by means of the relascope and height measurements. One stand has approximately 210 m^3 per hectare, the other approximately 150 m^3 per hectare.

In many instances, the covering in these stands is found to consist solely of moss, including the *Hylocomium* species, and a certain amount of *Dicranum* and *Ptilium crista-castrensis. Vaccinium myrtillus, Lastrea dryopteris* and *Deschampsia flexuosa* also occur.

2. Østreng forest, Eidsberg.

The plots lie on the south-east slope of a large marginal moraine terrace, approximately 150 m. above sea level.

The tree species which are investigated here are *Larix sibirica* and *Picea abies*. Both stands are planted on previously cultivated soil, and are of good site class 1 (mean annual increment 9.2 m^3 per hectare).

The Norwegian Forest Research Institute has sample plots in both stands, and both the volume and increment data are calculated on the basis of material from these stands.

The larch was planted in 1909 on ground with a slight incline towards the south. There has previously been a certain amount of

Table 1. *Description of the plots.*

Plot, county	*Geographic position*	*Height above sea level in metres*	*Bedrock*	*Soil description*			*Tree species*
				Soil type	*Soil material*	*Soil texture*	
Grue, Hedmark	Lat. N. 60° 29′ Long. E. 12° 06′	250	Pre-Eocambrian rocks	Iron podzol	Morainic soil material rich in boulders	Slightly clayey coarse fine sand. Clayey coarse fine sand	Larix decidua Picea abies
Eidsberg, Østfold Østfold	Lat. N. 59° 34′ Long. E. 11° 18′	150	Pre-Eocambrian rocks	Brown earth	Marginal delta, the „Ra"	Sandy clay. Clayey very fine sand	Larix sibirica Picea abies
Ringsaker, Hedmark	Lat. N. 60° 54′ Long. E. 10° 43′	170	Boundary Cambro-Silurian rocks/ Eocambrian rocks	Brown earth	Morainic soil material	Clayey coarse fine sand	Larix sibirica Picea abies
Storelvdal, Hedmark	Lat. N. 61° 34′ Long. E. 11° 02′	330	Eocambrian rocks	Iron podzol	Stream terrace	Clay-free medium sand. Slightly clayey medium sand	Larix sibirica Picea abies
Brunlanes, Vestfold	Lat. N. 59° 03′ Long. E. 9° 59′	50	Permian plutonic rocks of the Oslo Region	Transition podzol-brown earth	Morainic soil material	Clayey medium sand. Clayey coarse sand	Fagus silvatica Picea abies
Ås, Akershus	Lat. N. 59° 40′ Long. E. 10° 46′	80	Pre-Eocambrian rocks	Brown earth	Morainic soil material	Clayey fine sand Clayey fine sand	Larix leptolepis Fagus silvatica

intermingling of Norway spruce and balsam fir, but most of these are now removed, and there are only a few widely spread spruce. On an average, there are 577 trees per hectare, with a volume of 206 m^3. The annual increment in 1951 was 11.8 m^3 per hectare.

The ground vegetation in this stand is quite luxuriant and rich. Of grasses, the most common are *Agrostis tenuis* and *Deschampsia caespitosa*. The most common herbs are *Oxalis acetosella, Majanthemum bifolium, Anemone nemorosa* and *Fragaria vesca*. The principal mosses are the usual *Hylocomium* species.

The Norway spruce stand was planted in 1903 on practically flat ground. There is no intermingling of other trees. There are 1087 trees per hectare, with a volume of 384 m^3. The increment in 1951 was approximately 16 m^3 per hectare.

The stand is very dense and the ground vegetation is rather sparse. Grass is found only as scattered blades. *Oxalis acetosella* has, on the other hand, a relatively high degree of coverage. No other herbs worthy of mention are found. Mosses have a very high degree of coverage, principally the usual *Hylocomium* species.

3. Ringsaker Prestegårdsskog, Ringsaker.

The plots lie adjacent to each other on a north slope with a medium incline, probably the proximal part of a terminal moraine. The height above sea level is approximately 170 m.

The investigated tree species were *Larix sibirica* and *Picea abies*.

The Norway spruce stand was rather uneven, so far as density, age and height are concerned. The oldest trees had, however, a dense inner core, and after several measurements it was decided that the stand could be regarded as more or less of even age physiologically, between 30—40 years old. With this as a basis, the site class here should be 1 (mean annual increment 9.2 m^3 per hectare).

The average number of trees per hectare in the stand is 1290, and the volume is approximately 160 m^3 per hectare.

The ground vegetation consists partly of *Lastrea dryopteris,* partly *Oxalis acetosella* and *Majanthemum bifolium,* and partly, especially in open spaces, *Pteridium aquilinum*. Otherwise, there is found a certain amount of grass and scattered *Vaccinium myrtillus*.

The mosses which occur most often are the common *Hylocomium* species, as well as some *Polytrichum comune,* which forms thick mats here and there.

Table 2. *Description of investigated stands.*

Plot	*Tree species*	*Site class*	*Age (years)*	*Number of trees per hectare*	*Basal area sq. m*	*Standing volume cub. m*
Grue	Larix decidua	2–3	90	232–239	21–27	230–320
	Picea abies		80	–	23–19	210–150
Eidsberg	Larix sibirica	>1	45	577	24	206
	Picea abies		50	1087	36	384
Ringsaker	Larix sibirica	1	35	917	26	227
	Picea abies		30–40	1290	26	160
Storelvdal	Larix sibirica	3–4	50	679	11	88
	Pinus silvestris		90–130	1121	37	276
Brunlanes	Fagus silvatica	1	80	679	25	242
	Picea abies		45–65	841	31	248
Ås	Larix leptolepis	1	30	1530	22	190
	Fagus silvatica		25	–	–	–

It has not been possible to determine exactly when the larch was planted, but the stand is approximately 35 years old. Until a few years ago it was neglected, so that there is considerable unevenness with regard to dimension and height. The spacing also has become somewhat uneven. There are occasional examples of Norway spruce in the stand, and a few birch.

There are 917 trees per hectare, with a volume of 227 m^3. The annual increment has not been calculated, but it is undoubtedly considerable. The largest trees have a diameter at breast height of over 40 cm. and heights of 22—24 m.

The ground vegetation consists to a great extent of *Lastrea dryopteris* and various low herbs, with *Oxalis acetosella* and *Majanthemum bifolium* as the most common. A little dispersed grass is found, also *Vaccinium myrtillus* and a small quantity of moss.

4. Øvergård, Koppang in Storelvdal.

The tree species investigated here are *Larix sibirica* and *Pinus silvestris*. The plots lie on an almost flat stream terrace, approximately 33 m. above sea level.

The larch is planted in several smaller stands, and the collection pots are divided between two of these. In the case of Scots pine, the pots are set out in three smaller stands.

The age in the pine stands varies from 90 to about 130 years. The site class is considered to lie between 3 and 4 (mean annual increment 1.1—2.5 m^3 per hectare). There are 1 121 trees per hectare, and the volume is approximately 276 m^3.

The larch is 50 years old, or a little more, and shows signs of having been neglected over a long period. The crowns are narrow and the dimensions small. Here there is an average of 679 trees per hectare, with a volume of approximately 88 m^3.

The ground vegetation is more or less uniform throughout the area, and varies between lichen, and dwarf shrubs with patches of lichen. The dwarf shrubs consist mainly of *Vaccinium vitis-idaea*. In addition is found some *Calluna vulgaris*. The moss covering is principally *Hylocomium schreberi*, with patches of *Hylocomium splendens* and *Dicranum* species. The lichen species are mainly *Cladonia rangiferina* and *C. silvatica*, with a little *C. alpestris* and *Cetraria islandica*.

5. Fritzøehus park, Brunlanes.

The tree species under investigation here are *Fagus silvatica* and *Picea abies*. The stands are situated on a very boulder-rich and stony moraine. The plots lie about 50 m. above sea level. The site class and volume data are calculated on the basis of volume tables established for the district by Treschow-Fritzøe. The site class is assessed as 1 (mean annual increment 9.2 m^3 per hectare).

The experimental plot with beech has a gentle slope to the west. The stand is approximately 80 years old. There are 679 trees per hectare, with a volume of about 242 m^3.

The vegetation covering is quite thin. There is a little sparse *Vaccinium myrtillus*, a little *Deschampsia flexuosa* and *Luzula pilosa*. The quantity of moss is insignificant.

The Norway spruce stand is rather unevenly spaced, and for this reason only twenty collection pots were set out, divided into two groups.

The average number of trees is 841 per hectare, with a volume of approximately 248 m^3. The age varies from 45 to 65 years.

The ground vegetation consists of quite loose *Deschampsia flexuosa*, some *Luzula pilosa* and *Oxalis acetosella*. The moss covering is quite scanty, and consists for the most part of Dicranum.

Åkebakke forest, Ås.

The plots lie very near each other, on gently sloping ground. The soil consists of ground moraine. Height above sea level is approximately 80 m., and the plot lies below the marine limit. The morainic material, therefore, shows signs of the action of the water.

The tree species investigated are *Larix leptolepis* and *Fagus silvatica*. The larch stand was planted in 1924, with three-year-old seedlings. There are about 1530 trees per hectare, and by means of relascope and height measurements the volume is estimated at approximately 190 m^3 per hectare. The site class is 1 (mean annual increment 9.2 m^3 per hectare).

The ground vegetation in the larch plot is not especially varied. The most frequent species are *Deschampsia flexuosa* and *Majanthemum bifolium*. Some *Deschampsia caespitosa, Lactuca muralis, Viola riviniana,* are also found, amongst other species. The principal mosses found are *Cirriphyllum piliferum* and *Eurynchium zetterstedtii*.

The beech stand was planted in 1928, also with three-year-old seedlings. The stand appears never to have been thinned, and the dimensions are quite small. We have, therefore, not calculated any volume for this plot.

On account of the high density, there is no ground vegetation of significance in this plot.

III. Methods.

1. Field methods.

The collection of litter is achieved by means of collection pots. These pots were made of thin tin, 24 cm. high, and with a diameter of 21.4 cm. This corresponds to an opening of 363 cm^2.

In the plot, the pots were secured between two pegs, and placed as far as posible in a vertical position. A number of small holes were made in the base of each pot, so that rain and melted snow should not accumulate in them.

In the majority of the stands, 30 collection pots were placed in regular square spacing, five metres apart. Consideration was paid to the density of the stand, and the distance to its boundaries, and for these reasons, amongst others, it has been necessary in certain cases to divide the collection pots into groups. In the stands at Ås, wooden cases approximately 10 cm. high, with 0.1 m^2 opening, were used instead of tin pots.

With the exception of the plots at Ås, where the first investigations were carried out in 1948—49, the collection pots were set out during the course of the summer 1951. The experiments in the field were concluded two years later, in the summer of 1953. Unfortunately, some of the pots were disturbed, either by people or animals, and a number of them were destroyed; others simply disappeared during the experimental period. The number of these, however, is not so large that it is likely to affect the accuracy of the results.

In every stand four or five soil profiles are described, and soil samples were taken from all layers in every profile.

In every stand, except the beech plot at Ås, measurements and age estimates were taken as a basis for calculation of the volume and site class. In some cases, the Norwegian Forest Research Institute's measurements are used as a basis, in other cases the basal area is determined either by relascope measurement or by means of diameter measurements.

In an attempt to form an idea of the total amount of undecomposed main litter lying on the ground, small blocks of the litter residue and the upper part of the humus were cut, four or five from each stand. The blocks were exactly 0.1 m^2. These have also formed a basis for a partial evaluation of the ground vegetation's significance as a source of litter.

2. Pre-treatment of samples.

As the litter was collected, it was dried at room temperature. Each year's yield of litter in every pot was sorted into the three categories «main litter», «residual litter» and «other litter». Each category was then weighed separately for each pot. The samples were ground in Wiley's mill, and analysed. For the categories «residual litter» and «other litter» this was done simultaneously for each stand. The «main litter», however, was divided before grinding into groups according to the position of the pots in the stand. These groups were analysed separately, and used as units in the numerical treatment of the material.

The samples for the total quantity of main litter were also dried in the usual way, and the main litter segregated. All litter which was well preserved structurally was included here.

From the same samples, we have also tried to separate the ground vegetation litter, and this also was weighed and analysed.

Humus samples and soil samples were pre-treated by sieving them through a 2 mm. sieve.

3. Chemical analysis.

Dry matter was determined by drying the samples at 105° C.

Loss on ignition and *ash content* was determined by ashing the sample at 550° C.

pH was determined potensiometrically, using Radiometer PH 11 with glass electrode. The soil/water ratio was 1 : 2.5, for samples of raw humus the ratio was 1 : 5 to 1 : 10.

Nitrogen was determined by Kjeldahl's method. The sample was digested with sulphuric acid, copper sulphate being used as a catalyst. The ammonia was distilled off in an apparatus of the Parnas-Wagner model, and collected in 5 ml. 4 per cent. boric acid, to which had been added 30 ml. 0.1 per cent. bromcresolgreen and 10 ml. 0.2 per cent. methylred per litre. The ammonia was titrated with 1/140 N sulphuric acid. The change of colour is very sharp from green over greyblue to red.

The litter.

The silica was determined in the ash. The ash was taken up with dilute hydrochloric acid, after which the silica was filtered off and washed with dilute hydrochloric acid. The ignition was made in a porcelain crucible in an oven at 1 000° C., until constant weight. The values for silica obtained in this way may be 5—10 % too high, due to contaminations (Wijkström 1935), but no attempt has been made here to correct this error.

The other ash components have been determined after digestion with nitric and perchloric acids.

0.5—1 grm. of the sample was treated overnight in a beaker with 10—20 ml. nitric and perchloric acid (1 : 2 by volume) on a hotplate at 60° C. (The beaker must be covered with a watchglass). The temperature was then gradually increased to 150° C. When the solution was colourless, the watchglass was removed, and the solution evaporated to dryness. The sample was then treated with dilute hydrochloric acid, and again evaporated to dryness. The residue was then dissolved in 10 ml. 1 N hydrochloric acid and filtered warm into a 100 ml. measuring flask. The filter was washed with warm water. When cold, the filtrate was made up to 100 ml. with water. From this stock solution, aliquots were taken for determination of potassium, calcium, magnesium, manganese and phosphorus.

Potassium was determined by the Perkin-Elmer Model 52A flamespectrophotometer, using lithium as «internal standard», and an

acetylene- air flame. Some of the determinations were carried out on a Beckman DU flamespectrophotometer using an acetylene-oxygen flame.

Calcium, magnesium and manganese were determined by complexometric titration with «Versenate» (disodiumethylendiaminetetraacetate) (Gjems 1956).

1 grm. ammoniumchloride was added to 50 ml. of the stock solution, which was then neutralised with ammonia to the colour change of the indicator methylorange. Then 1 ml. cons. acetic acid was added. The solution was heated on a hotplate nearly to boiling, and 10 ml. 10 % ammoniumbenzoate was added to precipitate the sesquioxides (Gjems and Lydersen 1954). The solution was allowed to boil gently for two to three minutes, and then quantitatively transfered to a 100 ml. measuring flask with warm 2 % ammoniumbenzoate. If convenient, the solution was allowed to stand overnight, and was then filtered through a loose filter (S. & S. 589[2]).

Calcium, magnesium and manganese were titrated with 0.004 M versenate, in suitable aliquots of the filtrate.

Titration 1. The sum of elements (calcium, magnesium and manganese) was titrated with Eriochromeblack T (241) as indicator after hydroxylamine had been added to prevent oxydation of manganese. The titration was carried out at pH 10, and potassiumcyanide was added to avoid interference by heavy metals.

A new aliquot (about 50 ml.) was taken in a separatory funnel, and a little solid hydroxylamine and about 100 mg. sodiumdiethyldithiocarbamate was added. The funnel was shaken by hand for about one minute, after which 15 ml. tetrachlorcarbon was added, and again the funnel was shaken for about ten seconds. After a few minutes, the lower layer was drained off, and the extraction with tetrachlorcarbon was repeated until the water layer was colourless (testing with more carbamate).

Titration 2. The sum of the elements calcium and magnesium was titrated in a suitable aliquot of the extract (Cheng et al. 1953).

Titration 3. Calcium was titrated in a new aliquot with murexide as indicator at pH 12 (Cheng and Bray 1951).

The difference betwen titration 1 and 2 gives manganese, and the difference between titration 2 and 3 gives the content of magnesuim (in the aliquot).

The average difference between duplicated determinations has been almost the same for the three titrations when expresed in amount of versenate, viz. 0.03 ml. (or about one drop from the bu-

rette). This amount equals 0.005 mg. Ca, 0.003 mg. Mg and 0.007 mg. Mn.

Phosphorus was determined colorimetrically, according to SCHEEL (1935) (see also TAMM 1953).

The determinations have been made with a Schuhknecht-Weibel photometer, partly also with a Colleman jr. photometer.

Soils.

Ammoniumchloride-soluble calcium was determined according to MEYER (see KNUTSON 1948).

The sesquioxides (especially aluminium) were precipitated in the filtrate with ammoniumbenzoate, before the flamephotometric determination. (GJEMS and LYDERSEN 1954).

Ammoniumchloride-soluble potassium was determined flamephotometrically in the same extract as was used for calcium determination.

Organic and inorganic phosphorus was determined by the Damsgaard-Sørensen method (DAMSGAARD-SØRENSEN 1947).

Before the colorimetric determination of phosphorus by the Scheel method, an aliquot of the extract (0. 2 N sulphuric acid) was treated with nitric and sulphuric acid to ensure that the phosphates were present in the ortho-form (HERRMANN et al. 1943). This is especially important when the total phosphorus is determined after the dry ashing of the sample.

The content of organic phosphorus is the difference between total and inorganic phosphurus.

Lactate-soluble phosphorus (L—figure) was determined according to Egnér (EGNÉR et al. 1938).

Monochloraceticacid-soluble potassium (M-figure) was determined according to Egnér's method (EGNÉR 1940).

Organic carbon was determined by wet digestion with chromic and sulphuric acid in the van Slyke manometric apparatus (VAN SLYKE and FOLCH 1940).

Texture was determined by Tamm's method (TAMM 1934, TAMM and WADMAN 1945).

The dispersion of the samples was made according to Method A, (International Congress of Soil Science 1930).

IV. Annual yield of forest litter.

EBERMEYER (1876) estimated throughout a number of years the quantity of litter in stands of Norway spruce, beech and Scots pine of various ages. On an average, he found a constant quantity of

litter for beech, a diminishing quantity for spruce, and an increasing quantity for pine, in proportion to the rising age of the stand. As the variations around the mean figures are very considerable, these tendencies for Norway spruce and Scots pine will not be significant. EBERMEYER found the average for beech to be 3331 kg., for spruce 3007 kg., and for pine 3186 kg. litter per hectare. These figures include also a quantity of residual litter, although the amount is not stated by EBERMEYER.

MORK (1942) has exhaustive measurements of the yield of litter in stands of Norway spruce, Scots pine and birch. In the case of spruce needles, he gives for two different stands the figures of 2400 kg. and 1500 kg. dry matter per hectare, and for a 200 years old pine stand in a mountain forest, 390 kg. needles per hectare.

LINDBERG and NORMING (1945) found in a stand of Norway spruce in the neighbourhood of Stockholm a main litter yield of 3089 kg. dry matter per hectare. The investigation lasted for one year.

BURGER (1945) has investigated a number of larch stands in Switzerland. In a 50 years old stand, 570 m. above sea level, he found an annual yield of needles amounting to 2600 kg. dry matter per hectare. A stand of 105 years, 1370 m. above sea level, produced 2250 kg., and one of 120 years, 1820 m. above sea level, 1830 kg. dry matter per hectare. The basal area for the three stands was respectively 45 m^2, 34 m^2 and 33 m^2 per hectare.

MØLLER (1945) found for beech in Denmark an average main litter yield of 2500 kg. dry matter per hectare. MØLLER asserts that the leaf quantity reaches nearly its maximum quite soon after the stand is closed, but shows in addition a slight increase (10–20 %) from the 20th to the 120th year. The leaf quantity remains quite constant with a highly varying thinning rate (from 35 to 18 m^2 basal area per hectare at 50 years of age). Only when the point is reached where the density of the stand begins to be broken decisively, there is a noticeable decrease in the leaf quantity.

A variation in the site class from 1 to 4 (Danish) exercises no demonstrable influence on the leaf quantity. (Site class 4 Danish corresponds approximately to the Norwegian site class 2, mean annual increment 6.5 m^3 per hectare).

The material in MØLLER's investigation is very considerable. For Norway spruce he has specified only the total needle quantity per hectare. The needle quantity seems, in the same way as the leaf quantity for beech, to be independent of the thinning rate, site class and

age. Also these investigations are limited to high site classes. It must also be borne in mind that the climatic conditions are very uniform.

Assuming that the needles remain on the branches for five years, MØLLER's figures for the total quantity of needles give an annual litter yield of 2400 kg. dry matter per hectare.

VIRO (1955) has investigated in Finland the monthly yield of litter, in, amongst others, stands of Norway spruce and Scots pine. The investigations included three spruce stands and three pine stands, and continued over one to four years. On the average, he found an annual main litter yield of 1830 kg. for spruce, and for pine 1505 kg. dry matter per hectare.

In table 3 we have set out the results of our measurements of litter production. In the case of Grue, we have had to abandon the results for 1952—53 on account of the disturbance of the collection pots. As will be seen from the table, the figures for the yield of main litter agree quite well with those quoted from previous investigations.

In an attempt to find a better basis for comparison between the various tree species, we have tried to show the quantity of main litter in relation to the basal area per hectare in each stand. This is an expression of the density of the stand.

The result of this comparison is presented graphically in fig. 1.

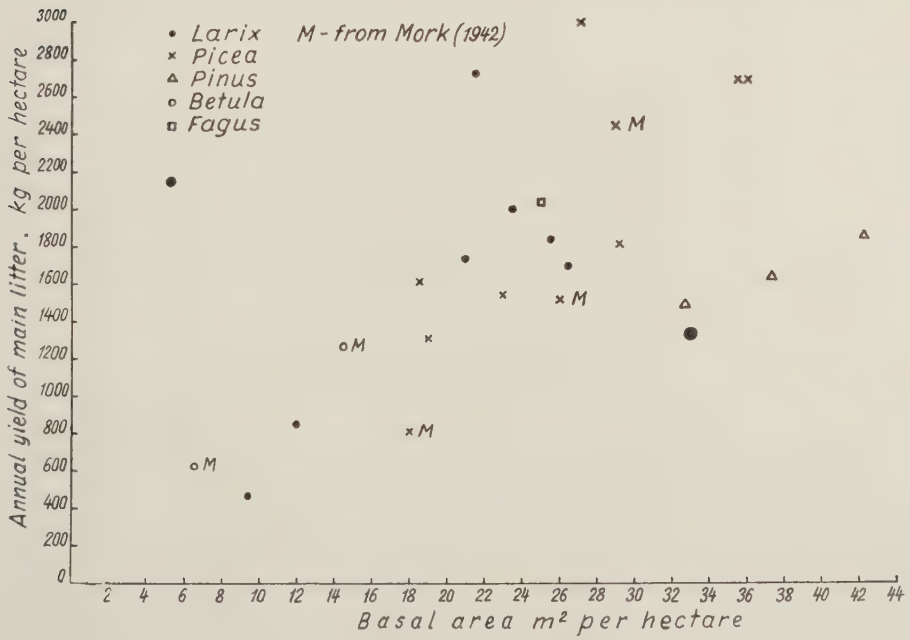


Fig. 1.

Table 3. *Yield of litter (dry matter) Kg. per hectare.*

Plot	*Year* 19–	*Tree species*	*Kind of litter*			*Sum*
			Main	*Residual*	*Other*	
Grue	51–52	Larix decidua	1733± 34	340±154	37± 6	2110
		Picea abies	1449± 92	255± 37	332± 39	2036
Eidsberg	51–52	Larix sibirica	1901± 53	636±198	61± 9	2598
		Picea abies	2396± 82	436± 43	6± 2	2838
	52–53	Larix sibirica	2103± 44	449± 71	109± 11	2661
		Picea abies	2989±273	483±105	5± 2	3477
Ringsaker	51–52	Larix sibirica	1956± 66	733±185	69± 14	2758
		Picea abies	1698±166	106± 19	186± 26	1990
	52–53	Larix sibirica	1727± 43	737±170	38± 9	2502
		Picea abies	1667±133	297± 42	36± 10	2000
Storelvdal	51–52	Larix sibirica	620± 39	139± 34	210± 29	969
		Pinus silvestris	1763± 45	746±102	9± 1	2518
	52–53	Larix sibirica	707± 56	263± 78	248± 30	1218
		Pinus silvestris	1540± 52	719±102	34± 13	2293
Brunlanes	51–52	Fagus silvatica	1572± 72	393± 45	181± 21	2146
		Picea abies	2821± 93	933±239	454± 48	4208
	52–53	Fagus silvatica	2501±129	190± 41	159± 24	2850
		Picea abies	2878±131	1304±458	240± 54	4422
Ås	48–49	Larix leptolepis	1469± 63	209	200	1878
		Fagus silvatica	2103±139	74	124	2301
	51–52	Larix leptolepis	2290±154	602±287	423±110	3315
		Fagus silvatica	2805± 63	80± 15	185± 43	3070
	52–53	Larix leptolepis	3167±144	538±172	495± 89	4200
		Fagus silvatica	2862±103	659±177	505± 77	4026

Some of MORK's results for Norway spruce and birch are also included here (MORK 1942). A few of our stands have been divided into groups, where the conditions were suitable for this. The litter yield and the basal area are thus calculated separately for each group within the individual stand. As might be expected, fig. 1 shows quite a large dispersion, but there is at the same time a clear tendency to an increase in the litter yield in relation to the increase in the

Table 4. *Yield of litter (dry matter). Percentage.*

Plot	*Year* 19–	*Tree speicies*	*Kind of litter*		
			Main	*Residual*	*Other*
Grue	51–52	Larix decidua	82	16	2
		Picea abies	71	13	16
Eidsberg	51–52	Larix sibirica	73	25	2
		Picea abies	85	15	0
	52–53	Larix sibirica	79	17	4
		Picea abies	86	14	0
Ringsaker	51–52	Larix sibirica	71	27	2
		Picea abies	86	5	9
	52–53	Larix sibirica	69	29	2
		Picea abies	83	15	2
Storelvdal	51–52	Larix sibirica	64	14	22
		Pinus silvestris	70	30	0
	52–53	Larix sibirica	58	22	20
		Pinus silvestris	67	31	2
Brunlanes	51–52	Fagus silvatica	73	18	9
		Picea abies	67	22	11
	52–53	Fagus silvatica	87	7	6
		Picea abies	65	30	5
Ås	48–49	Larix leptolepis	78	11	11
		Fagus silvatica	92	3	5
	51–52	Larix leptolepis	69	18	13
		Fagus silvatica	91	3	6
	52–53	Larix leptolepis	75	12	13
		Fagus silvatica	71	13	16

basal area. In this connection, it is interesting to notice that the figures quoted from BURGER (1945) fit in well with our material.

Our investigations appear to show that Norway spruce produces at least as much main litter as larch and beech, where the density is equal. As larch is definitely a light-demanding tree species, normal larch stands have a lower density than comparable normal stands of the tolerant species Norway spruce and beech, other conditions

being equal. A heavier fall of litter must therefore be expected in stands of Norway spruce and beech than in larch stands. Reasoning from the same basis, one can expect a lower litter yield from Scots pine than from Norway spruce.

The weights for residual litter are subject to a much larger standard error than the corresponding figures for main litter. The residual litter consists of cones, twigs, bark, etc., and the distribution of this material is much more uneven than the distribution of the main litter.

Throughout the year under investigation, the fall of residual litter in larch stands is heavier than in stands of spruce.

In Scots pine stands also there are very high figures for residual litter, and here it is especially bark and cones which are dominant. The prevalence of cones is also the reason for the high figures in the spruce stand at Brunlanes.

The figures for «Other litter» in table 3, are in reality an expression of the purity and size of the stand.

In table 4, the figures from table 3 are shown as a percentage of the total yield of litter in the stand. It is shown here that the main litter accounts for the larger part of the collected litter. Only in very few instances does this figure lie under 70 %, and there is a very clear tendency that it plays an even greater part in Norway spruce and beech stands than in larch stands.

V. Quantity of main litter in the Aoo layer in the various stands.

Møller has shown that a fairly constant annual yield can probably be expected after a stand is closed (Møller 1945).

There is also reason to expect that the speed of decomposition and the supply of new litter will than be more or less in equilibrium (Romell 1932) In this way, the stock of litter will be maintained at practically the same level, and it should be possible to determine a figure for the speed of decomposition by comparing the stock with the annual fall of litter.

The collection of samples for the estimation of the main litter stock was made during the autumn of 1952, *before* the fall of litter from beech and larch.

The results can be seen in table 5, where the average yield of main

Table 5. *Rate of decomposition of „main litter".*

Plot	*Tree species*	*Weight of main litter in A_{00} kg/hectare*	*Annual litter fall kg/hectare*	*Years*
Grue	Larix decidua	2210±160	1733	1,3
	Picea abies	2490±230	1449	1,7
Eidsberg	Larix sibirica	2840±520	2002	1,4
	Picea abies	7250±540	2693	2,7
Ringsaker	Larix sibirica	3550±530	1842	1,9
	Picea abies	6330±2000	1683	3,8
Storelvdal	Larix sibirica	2220± 340	664	3,3
	Pinus silvestris	2400± 240	1652	1,5
Brunlanes	Fagus silvatica	6450± 420	2037	3,2
	Picea abies	5790±1210	2850	2,0
Ås	Larix leptolepis	4920± 280	2309	2,1
	Fagus silvatica	4650± 300	2883	1,6

litter for the years under investigation is also shown. In addition, it is stated here how many years' yield is represented by the main litter stock. These figures have the designation «years» and form the basis for discussion of the speed of decomposition of the litter.

The figures in table 5 are very doubtful, partly because the assessment of the boundary between decomposed and undecomposed litter is a matter of individual judgment. For this reason, the results must be regarded as minimum figures. A direct comparison of the litter stock under the tree species beech and larch on the one hand, and Norway spruce and Scots pine on the other can, more over, be somewhat misleading, as the fall of litter from Norway spruce and Scots pine takes place throughout the whole year, with more or less noticeable peaks, dependent amongst other things upon the climatic conditions (Mork 1942, Viro 1955). It is therefore not at all certain that the figures shown for spruce and pine stands give the lowest value for the litter stock in the same way as for the larch and beech stands. We have, however, no material for an appraisal and possible correction of this state of affairs. The investigations show that the litter stock in the Norway spruce stands varies between 1.7 and 3.8 times the annual yield of litter. The stock under larch in the same places lies on the whole lower, between 1.3 and 1.9 times the annual yield of litter.

Larch needles decompose very slowly on poor site at Storelvdal, while pine needles decompose remarkabely quickly.

At Brunlanes, the Norway spruce needles have a comparatively high rate of decomposition, while beech leaves decompse slowly.

At Ås, beech leaves decompose relatively quickly, more so than larch needles.

The relatively slow decomposition of spruce needles on the high site classes at Eidsberg and Ringsaker is especially worthy of notice. In both of these stands, however, there is a close covering of moss, and it is possible that this hinders mechanically the spruce needles in penetrating into the decomposition zone of the humus. At Ringsaker, the moss covering occurs in patches, and this perhaps accounts for the large standard error which is found here.

Vaccinium myrtillus occurs more frequently at Grue and Brunlanes, and this renders the moss carpet less dense.

The fact that the litter is mechanically hindered in reaching the humus limits to a great extent the value of the method used here to estimate the speed of decomposition of the litter. The moss vegetation appears to be less dominant in stands of larch than in stands of Norway spruce, while on the other hand grass and herbs easily gain access to the light, open larch stands. Especially with a high site class will a greatly varied vegetation occur. This, again,will promote the micro-biological activity in the soil. The microclimatic conditions also must in many cases be assumed to be more favourable under larch than under Norway spruce, since the larch allows more heat and more rainfall to reach the ground. These conditions have undoubtedly an influence on the decomposition of the litter.

Ebermeyer (1876) finds in a number of plots that beech leaves decompose in the course of 3 years, Norway spruce needles 3.1 years and Scots pine needles 3.5 years. These results are not fully comparable with ours, because the investigations were made in stands where at intervals the litter was collected for agricultural purposes. The discrepancy is particularly large in the case of Scots pine. Ebermeyer mentions also, later in his work, that Scots pine needles must be expected to decompose more rapidly than Norway spruce needles, on account of the low silica content.

Mikola (1954) has with field experiments in Finland over the space of two years, found the following loss of organic matter: for Norway spruce 27.3 %—33.4 %, for Scots pine 57.3 %—61.6 %. The comparison between spruce and pine agrees here with our results, but the speed of decomposition is much lower.

VI. Soil conditions and chemical composition of the main litter.

Ebermeyer (1876) has in his great work concerning ash analysis demonstrated the large variations in the mineral content of the litter from one place to another. These variations are particularly large where the calcium content of the litter is concerned.

Krauss (1926) handles exhaustively the relation between calcium and silica in fresh beech leaves, and touches also upon this relation in connection with the litter. He maintains that the amount of silica is governed by the supply of calcium in the soil. A high calcium content is conditional upon a low silica content, and vice versa. The calcium content in leaves and litter is strongly influenced by the local conditions, and in this case, not only by the calcium content of the soil, but also such circumstances as root development, humus-formation and water conditions, as well as by the climatic conditions in general.

Mork (1942) shows that the nutrient content in the litter varies from place to place, and from one year to another, and the same conditions are shown by Wittich (1953). As this coincides very well with our own results, we have therefore not found it expedient to make further enquiries regarding the outcome of other investigations. A thorough survey of literature has been made by Leiningen-Westerburg (1931), Aaltonen (1948) and Handley (1954).

Tables 6 and 7 show the chemical composition of the main litter, in the first place as a percentage of dry matter and in the second as a percentage of ash. The results in table 6 are also shown graphically in figures 2, 3 and 4.

For each plot and each year an attempt has been made to establish whether the difference in chemical composition found between the various tree species is significant.

The material from each stand is segregated in 4—5 groups, according to the position of the pots. In this way, 6—8 degrees of freedom are obtained within each area for the determining of significance (Ås 1952—53 has only 4 degrees of freedom). Since the material for observation is limited, we have availed ourselves of Student's t-test, in order to confirm possible significance. After each analysis number in the table there is given the standard error of the mean. In the column marked «Diff.» there is given the difference of the mean figures. Values which are significantly different from zero are indicated by stars (* $< 5\%$, ** $< 1\%$ and *** $< 0{,}1\%$).

Table 6. *Chemical composition of main litter.*

Plot	*Year* 19–	*Tree species*	*Percentage of dry matter*							
			Ca	Mg	Mn	K	P	N	Si	Ash
Grue	51–52	Larix decidua	0.722 ± 0.034	0.153 ± 0.007	0.254 ± 0.028	0.117 ± 0.005	0.092 ± 0.004	0.708 ± 0.022	0.986 ± 0.040	4.47 ± 0.08
		Picea abies	1.163 ± 0.050	0.091 ± 0.006	0.230 ± 0.013	0.167 ± 0.001	0.102 ± 0.003	0.820 ± 0.020	0.957 ± 0.038	5.94 ± 0.21
		Diff.	÷0.441***	0.062***	0.024	÷0.050***	÷0.010	÷0.112*	0.029	÷ 1.47***
	52–53	Larix decidua	0.570 ± 0.023	0.121 ± 0.008	0.228 ± 0.010	0.112 ± 0.005	0.089 ± 0.001	0.663 ± 0.029	1.116 ± 0.050	5.04 ± 0.01
		Picea abies	1.150 ± 0.030	0.092 ± 0.008	0.228 ± 0.012	0.163 ± 0.016	0.093 ± 0.003	0.832 ± 0.018	0.970 ± 0.034	5.86 ± 0.17
		Diff.	÷0.580***	0.029	0.000	÷0.051*	÷0.004	÷0.169**	0.146	÷0.82***
Eidsberg	51–52	Larix sibirica	0.763 ± 0.035	0.229 ± 0.007	0.045 ± 0.002	0.174 ± 0.007	0.100 ± 0.013	1.280 ± 0.023	1.376 ± 0.056	5.73 ± 0.16
		Picea abies	0.926 ± 0.048	0.111 ± 0.003	0.099 ± 0.003	0.212 ± 0.004	0.109 ± 0.004	1.125 ± 0.010	1.085 ± 0.043	5.13 ± 0.08
		Diff.	÷0.163*	0.118***	÷0.054***	÷0.038**	÷0.009	0.155***	0.291**	0.60*
	52–53	Larix sibirica	0.589 ± 0.020	0.175 ± 0.003	0.047 ± 0.002	0.171 ± 0.008	0.116 ± 0.003	1.401 ± 0.027	1.495 ± 0.035	6.78 ± 0.16
		Picea abies	0.842 ± 0.016	0.095 ± 0.003	0.091 ± 0.008	0.133 ± 0.006	0.101 ± 0.003	1.162 ± 0.017	0.978 ± 0.024	5.15 ± 0.08
		Diff.	÷0.253***	0.080***	÷ 0.044***	0.038**	0.015**	0.239***	0.517***	1.63***
Ringsaker	51–52	Larix sibirica	0.639 ± 0.015	0.237 ± 0.006	0.082 ± 0.007	0.169 ± 0.006	0.089 ± 0.003	0.740 ± 0.020	0.980 ± 0.018	4.65 ± 0.07
		Picea abies	1.247 ± 0.034	0.101 ± 0.005	0.119 ± 0.012	0.157 ± 0.006	0.104 ± 0.002	0.940 ± 0.018	1.000 ± 0.036	6.00 ± 0.02
		Diff.	÷0.608***	0.136***	÷0.037*	0.012	÷0.015***	÷0.200***	÷0.020	÷1.35***
	52–53	Larix sibirica	0.550 ± 0.018	0.137 ± 0.004	0.069 ± 0.003	0.102 ± 0.003	0.100 ± 0.004	1.107 ± 0.041	1.086 ± 0.021	4.69 ± 0.09
		Picea abies	1.298 ± 0.052	0.083 ± 0.002	0.135 ± 0.004	0.148 ± 0.009	0.104 ± 0.003	0.992 ± 0.019	1.077 ± 0.123	5.78 ± 0.10
		Diff.	÷0.748***	0.054***	÷0.066***	÷0.046***	÷0.004	0.115*	0.009	÷1.09***

Table 6 continued

Plot	*Year* 19–	*Tree species*	*Percentage of dry matter*							
			Ca	Mg	Mn	K	P	N	Si	Ash
Storelvdal	51–52	Larix sibirica	0.428 ± 0.031	0.165 ± 0.007	0.128 ± 0.026	0.112 ± 0.011	0.094 ± 0.006	0.485 ± 0.013	0.854 ± 0.020	3.72 ± 0.14
		Pinus silvestris	0.496 ± 0.050	0.064 ± 0.003	0.131 ± 0.020	0.073 ± 0.004	0.034 ± 0.001	0.472 ± 0.005	0.113 ± 0.022	1.92 ± 0.14
		Diff.	÷0.068	0.101***	÷0.003	0.039*	0.060***	0.013	0.741***	1.80***
	52–53	Larix sibirica	0.443 ± 0.032	0.152 ± 0.007	0.137 ± 0.026	0.120 ± 0.008	0.114 ± 0.002	0.570 ± 0.008	0.928 ± 0.042	4.15 ± 0.21
		Pinus silvestris	0.459 ± 0.036	0.050 ± 0.003	0.111 ± 0.021	0.054 ± 0.002	0.034 ± 0.001	0.566 ± 0.030	0.094 ± 0.007	1.63 ± 0.17
		Diff.	÷0.016	0.102***	0.026	0.066***	0.080***	0.004	0.834***	2.52***
Brunlanes	51 52	Fagus silvatica	1.184 ± 0.022	0.133 ± 0.002	0.181 ± 0.016	0.136 ± 0.002	0.070 ± 0.002	1.020 ± 0.020	1.058 ± 0.075	5.79 ± 0.19
		Picea abies	0.913 ± 0.076	0.095 ± 0.001	0.172 ± 0.013	0.189 ± 0.009	0.099 ± 0.004	1.100 ± 0.014	0.978 ± 0.054	5.09 ± 0.24
		Diff.	0.271**	0.038***	0.009	÷0.053***	÷0.029***	÷0.080*	0.080	0.70
	52–53	Fagus silvatica	1.038 ± 0.008	0.112 ± 0.003	0.228 ± 0.017	0.092 ± 0.004	0.081 ± 0.001	0.968 ± 0.018	0.913 ± 0.027	5.71 ± 0.07
		Picea abies	0.976 ± 0.054	0.082 ± 0.003	0.196 ± 0.011	0.158 ± 0.010	0.096 ± 0.006	1.047 ± 0.015	1.010 ± 0.034	5.70 ± 0.18
		Diff.	0.062	0.030***	0.032	÷0.066***	÷0.015*	÷0.079*	÷0.097	0.01
Ås	48–49	Larix leptolepis	0.452 ± 0.016			0.093 ± 0.008	0.051 ± 0.004	0.890 ± 0.041	1.198 ± 0.029	4.12 ± 0.10
		Fagus silvatica	1.220 ± 0.050			0.314 ± 0.013	0.073 ± 0.003	1.070 ± 0.058	1.470 ± 0.041	6.89 ± 0.10
		Diff.	÷0.768***			÷0.221***	÷0.023**	÷0.180	÷0.272***	÷2.77***
	51–52	Larix leptolepis	0.588 ± 0.017	0.139 ± 0.003	0.037 ± 0.008	0.112 ± 0.007	0.037 ± 0.002	0.753 ± 0.016	1.063 ± 0.017	3.90 ± 0.05
		Fagus silvatica	1.318 ± 0.061	0.197 ± 0.007	0.115 ± 0.010	0.368 ± 0.029	0.077 ± 0.005	1.270 ± 0.049	1.253 ± 0.005	6.90 ± 0.08
		Diff.	÷0.730***	÷0.058***	÷0.078***	÷0.256***	÷0.040***	÷0.517***	÷0.190***	÷3.00***
	52–53	Larix leptolepis	0.422 ± 0.030	0.068 ± 0.002	0.043 ± 0.003	0.056 ± 0.002	0.040 ± 0.001	0.899 ± 0.029	0.974 ± 0.024	3.57 ± 0.04
		Fagus silvatica	1.205 ± 0.013	0.135 ± 0.003	0.125 ± 0.005	0.124 ± 0.012	0.071 ± 0.006	1.372 ± 0.001	1.192 ± 0.049	6.28 ± 0.20
		Diff.	÷0.783***	÷0.067***	÷0.082***	÷0.068*	÷0.031*	÷0.473***	÷0.218*	÷2.71***

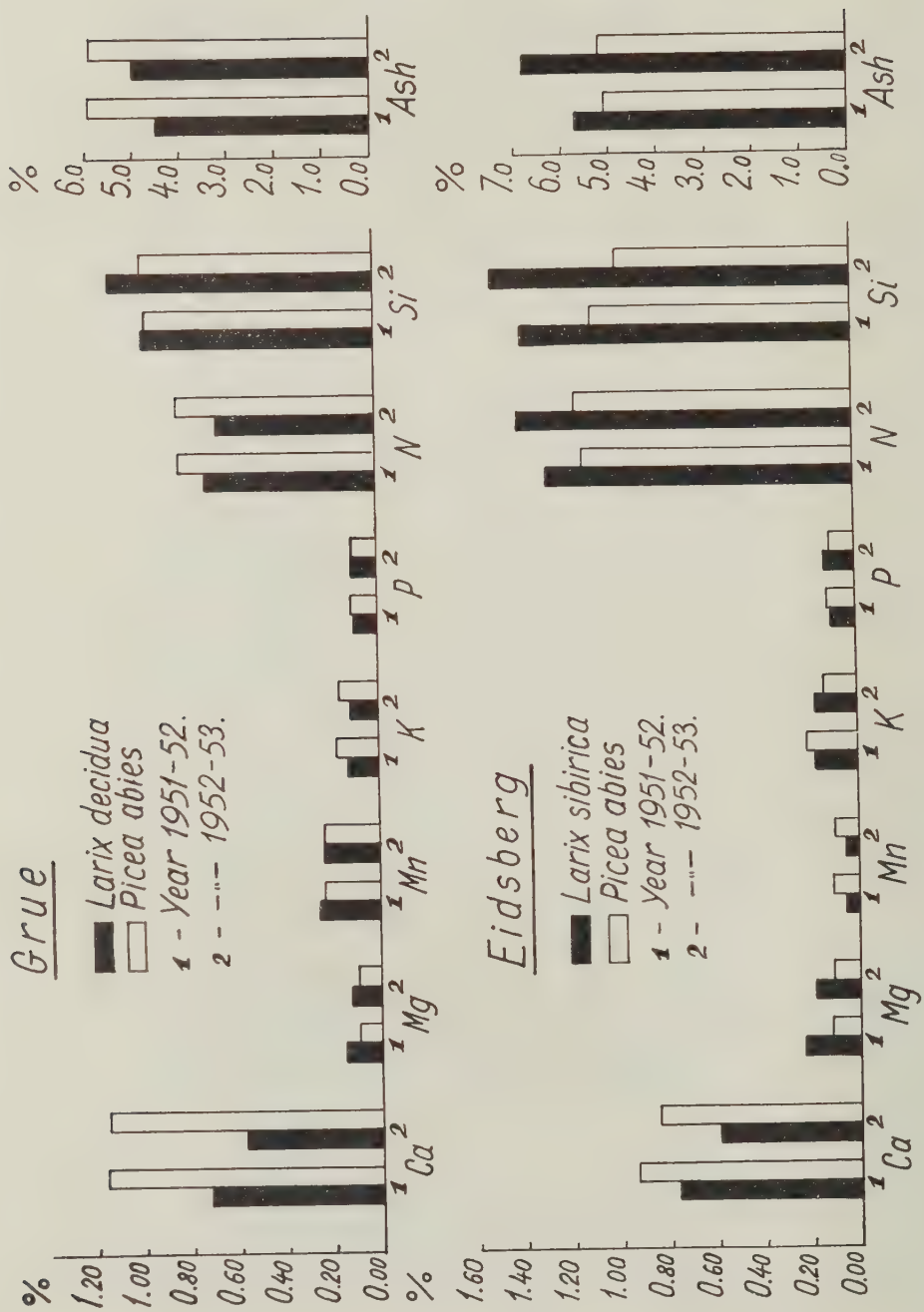


Fig. 2. Chemical composition of main litter. Percentage of dry matter.

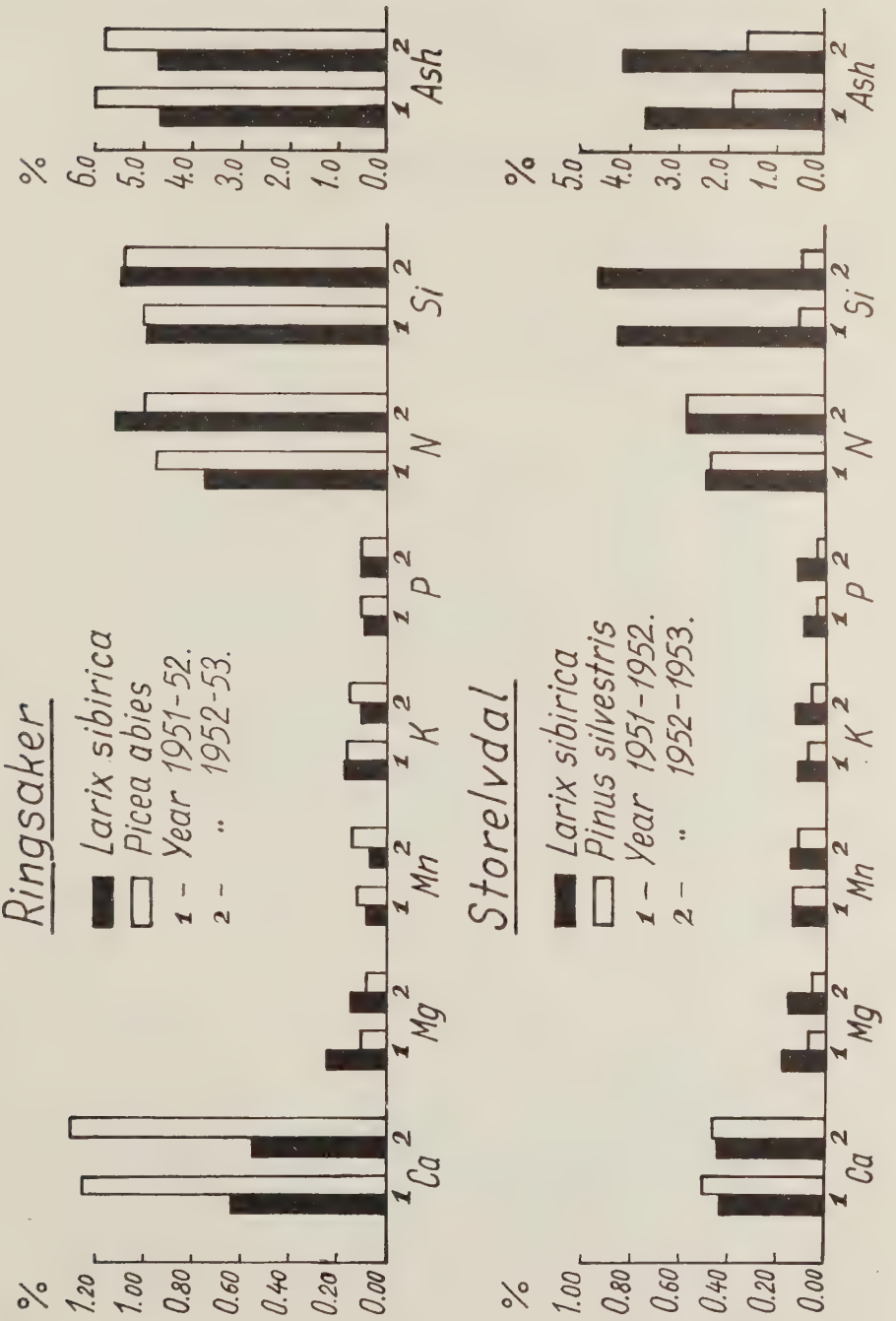


Fig. 3. Chemical composition of main litter. Percentage of dry matter.

Table 7. *Chemical composition of main litter.*

Plot	*Year* 19–	*Tree species*	*Percentage of ash*					
			Ca	Mg	Mn	K	P	Si
Grue	51 52	Larix decidua	16.15 ± 0.75	3.42 ± 0.08	5.70 ± 0.63	2.41 ± 0.18	2.06 ± 0.09	22.02 ± 0.65
		Picea abies	19.56 ± 0.19	1.53 ± 0.04	3.86 ± 0.14	2.81 ± 0.11	1.72 ± 0.10	16.10 ± 0.16
		Diff.	÷ 3.41*	1.89***	1.84	÷ 0.40	0.34*	5.92***
	52-53	Larix decidua	11.29 ± 0.58	2.40 ± 0.21	4.51 ± 0.25	1.98 ± 0.27	1.75 ± 0.01	22.14 ± 1.01
		Picea abies	19.65 ± 0.44	1.57 ± 0.13	3.89 ± 0.10	2.79 ± 0.31	1.59 ± 0.08	16.56 ± 0.13
		Diff.	÷ 8.36***	0.83*	0.62	÷ 0.81	0.16	5.58**
Eidsberg	51–52	Larix sibirica	13.29 ± 0.33	4.02 ± 0.20	0.79 ± 0.06	3.04 ± 0.08	1.73 ± 0.12	24.00 ± 0.62
		Picea abies	18.07 ± 0.40	2.17 ± 0.02	1.94 ± 0.07	4.14 ± 0.16	2.14 ± 0.07	21.15 ± 0.62
		Diff.	÷ 4.78***	1.85***	÷ 1.15***	÷ 1.10***	÷ 0.41*	2.85*
	52–53	Larix sibirica	8.67 ± 0.20	2.59 ± 0.06	0.69 ± 0.04	2.52 ± 0.14	1.71 ± 0.05	22.05 ± 0.47
		Picea abies	16.36 ± 0.33	1.84 ± 0.07	1.77 ± 0.16	2.58 ± 0.13	1.96 ± 0.08	18.99 ± 0.36
		Diff.	÷ 7.69***	0.75***	÷ 1.09***	÷ 0.06	÷ 0.25*	3.06**
Ringsaker	51–52	Larix sibirica	13.77 ± 0.01	5.11 ± 0.09	1.76 ± 0.15	3.66 ± 0.01	1.92 ± 0.07	21.10 ± 0.17
		Picea abies	20.80 ± 0.66	1.68 ± 0.08	1.99 ± 0.19	2.63 ± 0.06	1.74 ± 0.00	16.65 ± 0.53
		Diff.	÷ 7.03***	3.43***	÷ 0.23	1.03***	0.18*	4.45***
	52 53	Larix sibirica	11.73 ± 0.26	2.92 ± 0.13	1.48 ± 0.08	2.19 ± 0.09	2.15 ± 0.13	23.16 ± 0.18
		Picea abies	22.48 ± 0.86	1.44 ± 0.07	2.34 ± 0.08	2.57 ± 0.17	1.80 ± 0.06	18.65 ± 0.46
		Diff.	÷ 10.75***	1.48***	÷ 0.86***	÷ 0.38	0.35*	4.51***

Table 7 continued.

Plot	*Year* 19–	*Tree species*	*Percentage of ash*					
			Ca	Mg	Mn	K	P	Si
Storelvdal	51–52	Larix sibirica	11.44±0.45	4.48±0.30	3.36±0.59	3.07±0.40	2.55±0.13	23.04±0.49
		Pinus silvestris	25.68±0.75	3.40±0.30	6.67±0.77	3.91±0.39	1.79±0.15	5.54±0.63
		Diff.	÷14.24***	1.08*	÷3.31**	÷0.84	0.76**	17.50***
	52–53	Larix sibirica	10.62±0.26	3.72±0.32	3.21±0.48	2.96±0.29	2.79±0.17	22.39±0.27
		Pinus silvestris	29.02±2.96	3.22±0.41	6.93±1.39	3.46±0.36	2.18±0.26	6.05±0.90
		Diff.	÷18.40***	0.50	÷3.72*	÷0.50	0.61	16.34***
Brunlanes	51–52	Fagus silvatica	20.49±0.62	2.30±0.63	3.13±0.26	2.34±0.06	1.21±0.03	18.20±0.73
		Picea abies	17.86±0.95	1.89±0.11	3.42±0.38	3.73±0.21	1.95±0.09	19.20±0.51
		Diff.	2.63*	0.41*	÷0.29	÷1.39**	÷0.74***	÷1.00
	52–53	Fagus silvatica	18.20±0.34	1.97±0.07	4.00±0.31	1.61±0.07	1.42±0.02	16.00±0.43
		Picea abies	17.10±0.92	1.44±0.04	3.46±0.26	2.77±0.17	1.69±0.12	17.76±0.65
		Diff.	1.10	0.53***	0.54	÷1.16***	÷0.27*	÷1.76*
Ås	48 49	Larix leptolepis	10.98±0.11			2.21±0.17	1.23±0.12	29.08±0.68
		Fagus silvatica	17.75±0.12			4.59±0.09	1.07±0.04	21.33±0.41
		Diff.	÷6.77***			÷2.38***	0.16	7.75***
	51–52	Larix leptolepis	15.03±0.63	3.58±0.12	0.95±0.22	2.88±0.20	0.95±0.03	27.43±0.45
		Fagus silvatica	18.80±0.78	2.85±0.12	1.66±0.14	5.35±0.46	1.11±0.06	18.13±0.56
		Diff.	÷3.77*	0.73**	÷0.71*	÷2.47**	÷0.16	9.30***
	52–53	Larix leptolepis	11.82±0.96	1.91±0.08	1.21±0.10	1.56±0.06	1.11±0.02	27.27±0.38
		Fagus silvatica	19.25±0.47	2.15±0.09	1.99±0.03	1.98±0.14	1.13±0.06	19.00±0.49
		Diff.	÷7.43**	÷0.25	÷0.79***	÷0.42	÷0.02	8.27***

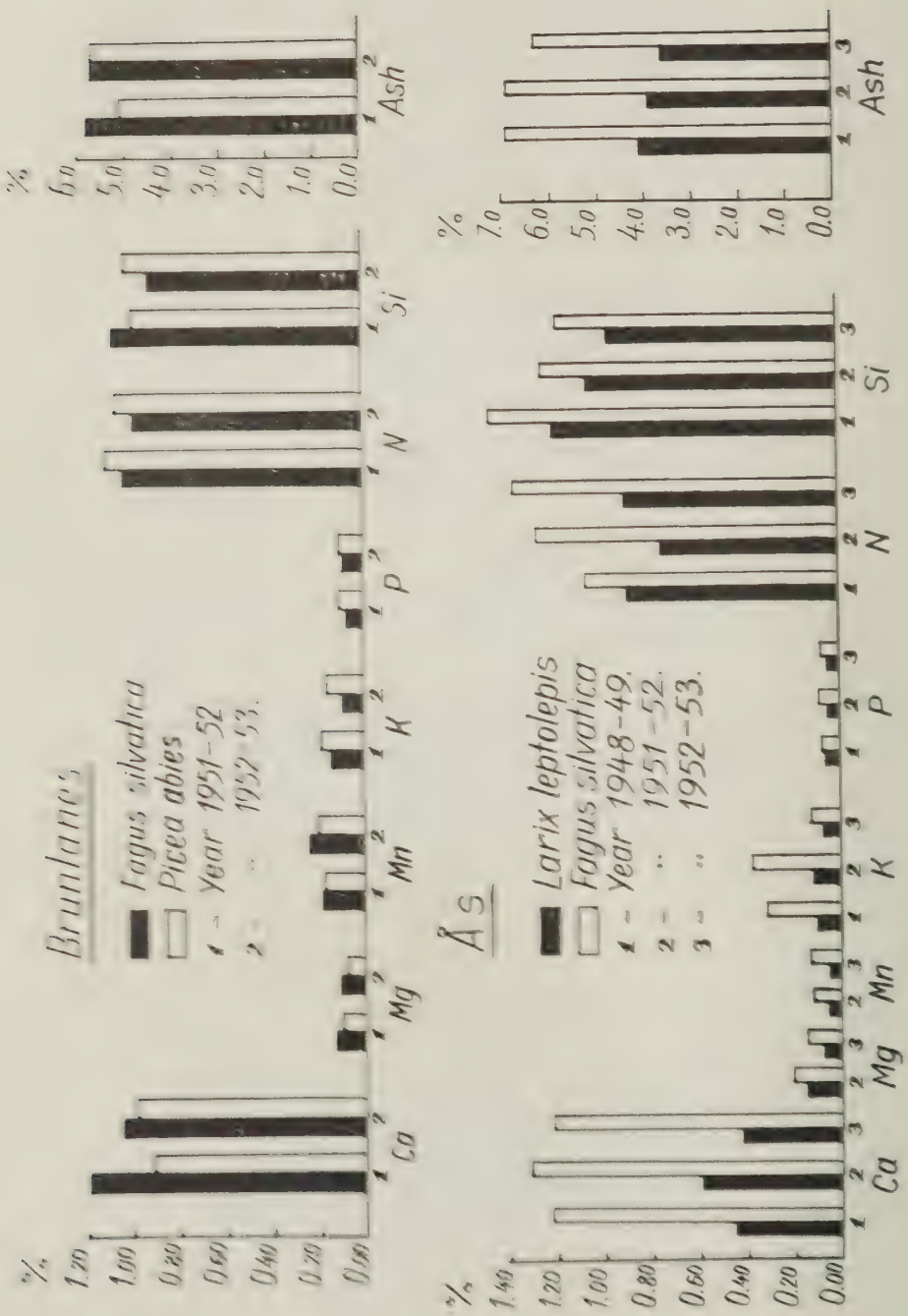


Fig. 8. Chemical composition of main litter. Percentage of dry matter.

As previously indicated, the main litter comprises the major part of the total yield of forest litter, and it is therefore natural to consider this in relation to the soil conditions.

The soil conditions are presented by means of three tables. Table 8 gives a chemical description of the soil profiles in the stands investigated. In the table, the standard error of the mean is calculated where there are at least three analyses for the same layer. Table 9 shows the mechanical composition of the subsoil.

Table 10 gives the analyses of the humus layer. For each plot is given the difference between the mean figures in the two stands. Here also Student's t-test was employed.

1. *The plots at Grue, Eidsberg and Ringsaker. Comparison between larch and Norway spruce.*

a. Soil.

At Grue and Ringsaker, the subsoil consists of slightly clayey to clayey, coarse fine sand. There is here little or no difference between the Norway spruce and larch stand. At Eidsberg, the subsoil in the larch plot consists of sandy clay, and in the spruce plot of clayey very fine sand. The larch stand must therefore be assumed to be situated on somewhat better soil than the spruce stand.

pH increases, on the whole, towards the base of the profile.

The pH for the subsoil shows little variation — from pH 5,30 at Grue to 5,67 at Eidsberg.

The percentages for loss on ignition show a marked decrease lower in the profiles, especially at Grue, where we have raw humus, but somewhat lower at Eidsberg and Ringsaker, where we have mull.

The M- and L-figures and the amount of ammoniumchloride-soluble potassium follows the percentage for loss on ignition. These figures are very low for the subsoil, so that the difference between the individual stands and plots is small. The standard error of the mean figures is often very considerable, and no firm tendency can be traced.

The quantity of ammoniumchloride-soluble calcium also shows a close connection with the quantity of organic matter. The calcium content in the subsoil from Eidsberg is the highest, and that from Ringsaker the lowest. There is a certain discrepancy between the mean figures from spruce and larch stands at Eidsberg, but by reason of the large standard error the difference is not significant.

The quantity of inorganic phosphorus lies in several cases higher

Table 8. *Chemical description of the soil profiles.*

Plot	*Tree species*	*Layer*	*Thickness in cm.*	*pH*	*Loss on ignition in per cent of dry matter*	*M-figure*	*L-figure*	*mg. per 100 grm. dry matter*		
								NH_4Cl-soluble		*Inorganic P*
								K	*Ca*	
Grue	Larix decidua	A_0	2.8±0.25	4.23±0.20	85.1±1.64	69.7±6.68	27.3±0.39		289	11.4±0.61
		A_2	12.8±3.6	4.13±0.05	1.0	3.33±0.48	1.25±0.31	2.35±0.24		
		B_2	25	4.98±0.19	1.9	2.84±0.20	0.43±0.33	1.84±0.19		
		C		5.3	2.9	2.2	0.1	1.8	7.2	13.1
	Picea abies	A_0	3.8±0.37	4.18±0.05	85.9±2.43	133.3±11.1	37.8±3.77		439	13.1±5.68
		A_2	15.4±2.5	4.30±0.20	2.1	3.00±0.37	0.90±0.33	1.98±0.41		
		B_2	14	5.07±0.18	5.9	3.20±0.81	0.17±0.12	2.53±0.63		
		B–C		5.3	3.5	2.9	0.2	2.7	10.3	6.1
Eidsberg ..	Larix sibirica	A_{11}	5.8±0.37	4.86±0.04	10.5±1.03	9.90±1.05	3.00±0.56		98	23.6±2.21
		A_{12}	18.3±1.7	5.17±0.14	6.0	5.21±0.92	1.13±0.04	7.23±1.34	27.7±10.1	
		(B)	12	5.33±0.13	3.1	3.63±0.58	0.77±0.86	5.26±1.24	13.1±1.93	
		(B)–C		5.47±0.08	2.5	3.07±0.69	0.53±0.04	4.40±1.06	14.7±1.48	27.0±2.86
	Picea abies	A_{11}	2.3±1.1	4.40±0.10	25.1±1.00	15.3±0.80	4.87±1.04		323	13.8±0.64
		A_{12}	20.0±2.9	4.73±0.09	9.7	6.03±0.82	0.67±0.04	8.70±0.54	12.9±2.84	
		(B)	22	5,3	2,1	2,0	0.2	2,1	3,4	
		(B)–C		5.67±0.12	1.9	2.73±0.96	0.50±0.15	3.40±0.32	29.6±18.5	44.3±6.5
Ringsaker ..	Larix sibirica	A_{11}	2.8±1.1	4.52±0.35	13.7±0.65	11.6±1.00	7.32±0.45		129	8.72±1.18
		A_{12}	8.8±0.85	4.5		4.3	1.7	3.0		
		(B)	32	4.86±0.10	2.90±1.03	1.96±0.41	0.28±0.02	2.38±0.44		
		C		5.62±0.05	1.70±0.37	1.88±0.34	0.70±0.17	1.94±0.34	4.1	48.5±11.4
	Picea abies	A_{11}	2.2±0.20	4.34±0.14	13.1±0.80	12.7±3.59	4.56±1.51		79	9.96±0.70
		A_{12}	8.6±1.1	4.3	8.2	3.4	0.9	2.9		
		(B)	29	5.02±0.10	3.13±0.51	1.48±0.65	0.20±0.06	2.14±0.63		
		(B)–C		5.58±0.08	1.90±0.39	0.90±0.10	0.28±0.07	2.08±0.16	5,2	63.7±8.46

Table 8 continued

Plot	Tree species	Layer	Thickness in cm.	pH	Loss on ignition in per cent of dry matter	M-figure	L-figure	mg. per 100grm. dry matter		
								NH_4Cl-soluble		Inorganic P
								K	Ca	
Storelvdal ..	Larix sibirica	A_0	2.6±0.40	3.90±0.08	76.4±3.42	65	21.7±1.45		227	12.8±1.86
		A_2	9.2±1.3	4.33±0.02	0.8	3.45±1.75	1.28±0.35	2.85±1.65		
		B_2	18	5.70±0.34	2.8	1.90±0.12	0.68±0.13	1.35±0.22		
		C		6.06±0.10	0.4	1.06±0.33	1.12±0.17	0.90±0.36	11.4	17.6±2.27
	Pinus silvestris	A_0	4.0±0.57	3.58±0.06	88.7±1.48	96.0±9.16	22.7±2.40		328	15.4±2.78
		A_2	9.0±1.6	4.08±0.04	1.6	2.68±0.20	0.88±0.11	1.86±0.21		
		B_2	15	5.50±0.09	2.3	2.44±0.16	1.20±0.89	1.80±0.16		
		C		5.80±0.07	0.5	1.60±0.33	1.12±0.18	0.96±0.12	7.2	17.1±4.92
Brunlanes ..	Fagus silvatica	A_0	7.8±1.0	3.90±0.39	79.7±5.62	96.2±9.89	14.0±3.73		284	7.68±0.7
		A_1	11.3±0.48	4.45±0.23	10.2	9.03±1.14	1.45±0.45	8.15±1.34		
		B_{20}		4.70±0.12	15.2	6.85±1.76	0.38±0.24	6.25±2.89		
		B_{21}		4.83±0.17	5.7	5.60±1.10	0.05±0.05	4.60±1.46	14.5	67.3±43.3
	Picea abies	A_0	7.3±0.63	4.23±0.14	71.4±7.30	82.0±11.4	20.8±3.64		339	11.7±1.30
		A_1	6.7±2.8	4.23±0.11	14.6	11.3±1.79	2.45±1.25	11.0±0.98		
		B_{20}		4.85±0.06	10.7	6.60±0.69	0.15±0.09	5.05±1.35		
		B_{21}		5.12±0.12	10.1	3.73±0.63	0.05±0.05	3.70±0.76	3.5	74.2±7.90
Ås.....	Larix leptolepis ...	A_{11}	4	4.37±0.08	23.9±0.18	26.4±0.58	2.55±0.70		86.3±16.3	11.1±1.69
		A_{12}	10	4.28±0.13	12.8±1.50	8.90±1.08	0.88±0.12		30.5±7.18	
		A_{13}	19	4.30±0.08	6.78±0.63	4.1	0.4		11.9	
		(B)	16	4.84±0.03	2.8	3.0	0.3		11.8	
		C		5.3	2.9	3.6	0.2		11.7	
	Fagus silvatica	A_{11}	5.7±1.85	4.94±0.05	16.3±0.10	22.1±0.49	1.23±0.16		80.0±5.36	16.3±1.45
		A_{12}	13.3±1.67	4.58±0.47	8.35±0.21	8.05±3.48	0.65±0.09		33.8±10.2	
		(B)	19	4.68±0.14	4.30±0.43	3.6	0.33±0.92		66.6	
		C		5.08±0.33	2.10±0.36	4.2	0.1		141	

Table 9. *Mechanical composition of the fine earth (< 2 mm). Subsoil.*

Plot	Tree species	Percentage of material < 2 mm						
		2–0.6 mm	0.6–0.2 mm	0.2–0.06 mm	0.06–0.02 mm	0.02–0.006 mm	0.006–0.002 mm	<0.002 mm
Grue	Larix decidua	8.8	20.6	30.8	20.1	11.2	3.6	4.9
	Picea abies	6.7	18.1	29.3	23.6	12.3	3.8	6.2
Eidsberg	Larix sibirica	9.4	20.4	3.3	5.9	17.8	17.2	26.0
	Picea abies	0.9	2.6	18.7	42.2	14.5	6.4	14.7
Ringsaker	Larix sibirica	13.5	23.8	32.6	10.8	9.4	3.8	6.1
	Picea abies	8.4	19.9	39.9	15.8	7.8	3.2	5.0
Storelvdal	Larix sibirica	18.4	41.3	16.7	11.1	7.1	4.3	1.1
	Pinus silvestris	13.8	28.4	23.0	19.9	10.8	1.4	2.7
Brunlanes	Fagus silvatica	26.4	30.0	9.0	8.0	4.5	3.2	13.9
	Picea abies	44.0	19.9	10.7	10.5	5.1	2.7	7.1
Ås	Larix leptolepis	34.6		26.5		28.9		10.0
	Fagus silvatica	23.5		34.0		32.6		9.9

in the subsoil than in the humus layer. Here there is a considerable difference between the subsoil in the three plots. The phosphorus content increases in the following sequence: Grue—Eidsberg—Ringsaker. At Eidsberg, the subsoil in the spruce stand is richer in phosphorus than in the larch stand. The difference is, however, not significant.

b. Litter.

Calcium. On every plot there is a distinct difference in the calcium content of larch and Norway spruce needles. The larch needles are poorer in calcium, both when this is calculated as a percentage of dry matter and as a percentage of ash.

The variations in calcium content from plot to plot are quite large, especially for spruce needles. The larch needles show also a great variation from one year to another. No connection has been found between the content of calcium in the litter and the content of easily-soluble calcium in the soil, neither between calcium content and site class.

Magnesium. Larch needles are richer in magnesium than Norway spruce needles. The difference is significant, with the exception of Grue 1952–53. The ash from the larch needles also is richer in magne-

sium than the ash from spruce needles. The magnesium content in spruce needles is fairly constant from plot to plot, while the larch needles show a somewhat larger variation, both between plots and from one year to another.

Manganese. With the exception of Grue, where the manganese content is very high both in larch and spruce, the needles of the latter are richer in manganese than larch needles. The same conditions apply to the ash.

Investigations by SCHÜTZE (1876) show that Scots pine which grows in poor soil has a high manganese content in the ash. This should indicate a deficiency of chalk, and difficulty in assimilating calcium (COUNCLER 1883, 1903). The solubility of manganese in the soil is greatly dependent upon the conditions of oxidation and on the acidity. With a low pH, a plant will asimilate more manganese than with a high pH.

There is in our material a certain connection between manganese content in the litter and pH in the upper layers of the soil.

Potassium. The Norway spruce needles from Grue are richer in potassium than the larch needles. For the other plots, the conditions vary from plot to plot, and from one year to another.

No connection is found between the potassium content in the litter and the content of easily soluble potassium in the soil.

Phosphorus. The content of phosphorus shows little variation within the scope of our material, and no difference between larch and Norway spruce can be indicated.

The ash of the larch needles is richer in phosphorus at Ringsaker, and this is also the case at Grue 1951–52, while the opposite applies at Eidsberg.

Nitrogen. The larch needles at Grue are poorer in nitrogen than the corresponding Norway spruce needles, while at Eidsberg the opposite applies. At Ringsaker, the nitrogen content rises so much in larch needles from one year to the next that while in 1951–52 there is a definite negative difference between larch and spruce, the opposite applies in 1952–53, although admittedly with weaker significance.

There is a very slight tendency to a connection between the nitrogen content in the needles and in the humus. The nitrogen content in the humus rises in the following order: Grue–Ringsaker–Eidsberg, as also does the nitrogen content in the needles both for larch and for spruce. It is, however, not possible here to differentiate between cause and effect.

Table 10. *Chemical analyses*

Plot	*Tree species*	*Thickness in cm*	*pH*	*Organic matter in per cent of dry matter*
Grue	Larix decidua	2.8±0.3	4.23±0.20	85.1±1.6
	Picea abies	3.8±0.4	4.18±0.05	85.9±2.4
	Diff.	÷1.0	0.05	÷0.8
Eidsberg	Larix sibirica	5.8±0.4	4.86±0.04	10.5±1.0
	Picea abies	2.3±1.1	4.40±0.10	25.1±1.0
	Diff.	3.5	0.46**	÷14.6***
Ringsaker	Larix sibirica	2.8±1.1	4.52±0.35	13.7±0.7
	Picea abies	2.2±0.2	4.34±0.14	13.1±0.8
	Diff.	0.6	0.18	0.6
Storelvdal	Larix sibirica	2.6±0.4	3.90±0.08	76.4±3.4
	Pinus silvestris	4.0±0.6	3.58±0.06	88.7±1.5
	Diff.	÷1.4	0.32*	÷12.3*
Brunlanes	Fagus silvatica	7.8±1.0	3.90±0.39	79.7±5.6
	Picea abies	7.3±0.6	4.23±0.14	71.4±7.3
	Diff.	0.5	÷0.33	8.3
Ås	Larix leptolepis	4.0	4.37±0.08	23.9±0.2
	Fagus silvatica	5.7±1.9	4.94±0.05	16.3±0.1
	Diff.	÷1.7	÷0.57***	7.6***

Silicon. The ash of the larch needles is richer in silicon than the ash of the Norway spruce needles. The silicon content in relation to the dry matter, on the other hand, gives no uniform picture. The larch needles are richer in silicon at Eidsberg than the spruce needles, but for the other plots there is no distinct difference.

Ash. The ash content in larch and Norway spruce needles varies in relation to each other from plot to plot. The larch needles are poorer in ash at Grue and at Ringsaker, but richer in ash at Eidsberg. Here also the silicon content was significantly highest in the larch needles.

These investigations show clearly the great danger which lies in drawing general conclusions from isolated analysis data regarding the capacity of the individual tree species to enrich the humus with nutrients. Especially in the case of potassium, phosphorus and nitrogen,

of humus layer. Table 10

M-figure	*L-figure*	*mg per 100 g dry matter*		*per cent of organic matter*		C/N
		NH_4Cl soluble Ca	*Inorganic* P	*Organic* P	*Total* N	
69.7± 6.7	27.3±0.4	289	11.4±0.6	0.118	1.86±0.11	27.2
133.3±11.1	37.8±3.8	439	13.1±5.7	0.100±0.016	1.49±0.04	34.0
÷63.6***	÷10.5	÷150	÷1.7	0.018	0.37**	÷6.8
9.9±1.1	3.0±0.6	98	23.6±2.2	0.485±0.025	2.89±0.13	17.3
15.3±0.8	4.9±1.0	323	13.8±0.6	0.325±0.012	2.49±0.07	20.1
÷5.4**	÷1.9	÷225	9.8**	0.160**	0.40*	÷2.8
11.6±1.0	7.3±0.5	129	8.7±1.2	0.298±0.027	2.66±0.07	19.8
12.7±3.6	4.6±1.5	79	10.0±0.7	0.236±0.010	2.42±0.07	21.7
÷1.1	2.7	50	÷1.3	0.062	0.24*	÷1.9
65	21.7±1.5	227	12.8±1.9	0.102±0.004	1.48±0.08	35.8
96.0±9.2	22.7±2.4	328	15.4±2.8	0.084±0.004	1.30±0.05	40.8
÷31	÷1.0	÷101	÷1.6	0.018*	0.18	÷5.0
96.2±9.9	14.0±3.7	284	7.7±0.7	0.121±0.018	2.21±0.08	21.6
82.0±11.4	20.8±3.6	339	11.7±1.3	0.129±0.019	2.15±0.10	22.2
14.2	÷6.8	÷55	÷4.0**	÷0.009	0.06	÷0.6
26.4±0.6	2.6±0.7	86.3±16.3	11.1±1.7	0.379±0.070	3.28±0.09	15.3
22.1±0.5	1.2±0.2	80.0±5.4	16.3±1.5	0.406±0.047	3.60±0.16	13.9
4.3**	1.4	6.3	÷5.2	÷0.027	÷0.32	1.4

which are to a great extent relinquished by needles and leaves when they wither, the variation appears to be large and unpredictable. Particularly where potassium is concerned, the question of leaching comes in. This leaching can take place even before the litter falls. (Tamm 1951). This involves a degree of uncertainty with regard to the specified potassium quantity. The error is difficult to estimate, and the uncertainty is still greater if the litter is exposed to rain after it has fallen. It has not been possible to avoid this latter entirely in these investigations.

Calcium and silicon appeared from our investigations to show a lower degree of variation, and this is possibly due to the fact that these elements occur as incrusting substances.

Our material provides no reason to suppose that larch litter in general is richer than Norway spruce litter in the nutrients potassium, phosphorus and nitrogen. Larch litter proves to be poorer in calcium

and richer in magnesium than spruce litter. In the ash also, the calcium content is lower, while the magnesium and silicon contents are higher.

Table 10 shows that the average pH in the humus layer is lower in spruce stands than in larch stands, but the difference is significant only at Eidsberg. In this plot, the content of organic matter in the upper section of the humus layer is significantly higher in the spruce stand.

The M-figures are higher under spruce than under larch at Grue and Eidsberg.

Ammoniumchloride-soluble calcium also is higher under Norway spruce than under larch at Grue and Eidsberg. At Ringsaker the opposite is found. The marked difference found in the calcium content between larch needles and spruce needles is not, therefore, fully reflected in the humus.

At Eidsberg, the content of inorganic phosphorus is higher under larch than under spruce, which is also the case with the amount of phosphorus which is associated with the organic matter.

The nitrogen content, calculated as a percentage of the organic matter, is for all plots significantly higher in the larch stands than in the spruce stands, and rises in the order Grue—Ringsaker—Eidsberg. The C/N quotient varies from 19.8 at Eidsberg to 34.0 at Grue. This quotient is often employed as a measure of the quality of the humus. (Anderson and Byers 1934, Duchaufour 1950). There is no agreement between the C/N quotient and the expression for the rate of decomposition, so far as we have ascertained.

At Grue and Ringsaker, the larch is sowed or planted in old Norway spruce plantations. Here, presumably, very stable conditions prevail, and no marked effect can be expected from a new tree species. We find a difference in the nitrogen content of the humus, in that this is higher in larch stands in both places than in the corresponding spruce stands.

At Eidsberg, both Norway spruce and larch are planted on previously cultivated soil. Less stable conditions must be expected here, so that both tree species have the possibility to alter soil. The acidity in the humus layer here is significantly highest under spruce, and the same applies to the content of organic matter. The content of ammoniumchloride-soluble calcium also, and the M-figure are highest in the spruce humus, while the content of inorganic phosporus, organic phosphorus and nitrogen is highest under larch. On the whole, it must be said that the spruce appears to have altered the previous

conditions in the Eidsberg plot more than the larch. Our investigations, however, cannot provide the answer as to whether this more rapid alteration in the soil of the spruce stand is harmful or not.

In the larch stand we have a very varied and nutrient-demanding vegetation, while in the Norway spruce stand there is principally a close moss carpet. These circumstances undoubtedly play a major part in the development which has taken place. (See also section dealing with ground vegetation, p. 161).

2. *The plot at Storelvdal. Comparison between larch and Scots pine.*

a. Soil.

At Storelvdal, the subsoil is clay-free to slightly clayey medium sand with a high pH, from 5.80—6.06. According to the analysis figures, the plot is very uniform.

In both stands, the pH in the humus is very low, and significantly lowest in the pine humus, where the content of organic matter is highest, likewise the M-figure and the ammoniumchloride-soluble calcium. The organic phosphorus content, on the other hand, is highest in the larch humus, likewise the nitrogen content. The difference between larch and pine humus is significant for phosphorus, but not for nitrogen.

The high C/N figure in the pine humus is in poor agreement with the relatively quick decomposition which we found for the pine litter.

b. Litter.

The pine needles are much poorer in ash than the larch needles. The magnesium, potassium, phosphorus and silicon content is significantly lower in pine needles, while the calcium, manganese and nitrogen content shows no difference. It is worthy of notice that the phosphorus content in the larch needles here appears to be at least as high as on the better site classes at Grue, Eidsberg and Ringsaker.

Calculated as a percentage of the ash, it is shown that the calcium content dominates in the pine ash with up to 29.0 %. In the ash of the larch needles it is silicon which dominates, as is the case in the other larch stands.

3. *The plot at Brunlanes. Comparison between beech and Norway spruce.*

a. Soil.

The lowest layers in the profiles consist of clayey medium to

clayey coarse sand. On account of the high humus content in these layers, the pH is low, from 4.83 — 5.12.

The ammoniumchloride-soluble calcium content here is somewhat higher in the beech stand than in the spruce stand. In the spruce humus, the calcium content is slightly higher than in the beech humus.

The pH in the beech humus is very low, and lower than in the spruce humus, but the difference is not significant.

The content of inorganic phosphorus in the humus is highest in the spruce stand.

b. Litter.

Beech leaves are poorer than spruce needles in potassium, phosphorus and nitrogen, but richer in magnesium. In 1951—52, beech leaves are richer in calcium than spruce needles.

The ash of spruce needles is richer in potassium and phosphorus, and in 1952—53 it is also richer in silicon than the ash of the beech leaves, which is, on the other hand, richer in magnesium, and in 1951—52 also richer in calcium.

4. *The plot at Ås. Comparison between larch and beech.*

a. Soil.

The subsoil is clayey fine sand — clayey coarse sand. Higher in the profile there is less clay. This indicates that the morainic material is somewhat affected by water.

In the beech stand, the content of ammoniumchloride-soluble calcium in the subsoil is very high, much higher than in the larch stand. It is possible that this is due to a chance error while samples were being taken.

In the larch humus, the pH is significantly lower than in the beech humus. The content of organic matter is larger in the larch humus, likewise the M-figure.

The nitrogen content is higher in the beech humus than in the larch humus, but owing to the great standard error the difference is not significant.

If we compare the humus conditions under beech at Brunlanes with those found under beech at Ås, we find at Brunlanes a considerably higher content of organic matter and a lower pH. At Ås, we have a higher nitrogen content. It seems natural, therefore, to find at Ås a much higher decomposition rate for beech leaves than is found at Brunlanes.

b. Litter.

At Ås, we have three years' material to build upon. We see here that larch needles are poorer than beech leaves in all nutrients. The difference in the nitrogen content is not significant in 1948–49, but the other years show a three-star significance. The silicon content and the ash content also are higher in the beech leaves.

The calcium and potassium contents are highest in the ash of the beech leaves, while the phosphorus content shows no difference. Silicon dominates strongly in the ash from the larch needles.

The low potassium content for 1952–53 is remarkable. The snow came unexpectedly that year, before the fall of litter was completed. Part of the litter, therefore, was left lying during the winter, and this is presumably the reason for the low potassium values.

Since the site class at Ås is high, something which is evinced by the high nutrient content in the beech leaves, the low nutrient content in the larch needles may appear surprising. We have here Japanese larch, and although one plot is not much to build upon, it is possible that the needle litter of this larch species lies on a lower nutrient level than for European and Sibirian larch. We must always take into consideration that the various species can differ also in this respect. It is therefore possible that it is wrong to put the material from Grue together with the material from Eidsberg and Ringsaker, as has been done in the description above.

———

Viro (1955) treats especially the large quantities of silica which are introduced into the humus by means of the litter from larch and Norway spruce, and the possible influence of this on the formation of raw humus. As mentioned previously, Ebermeyer (1876) and Krauss (1926) handle the possible influence of the silica on the decomposition of the litter.

Our investigations show that the silicon content in the main litter from beech, larch and Norway spruce is of the same magnitude, while the silicon content in Scots pine needles is very low.

In the case of Norway spruce, there seems to be a faint connection between the calcium and silicon content in the ash, in that the silicon content decreases as the calcium content rises. No such connection can be observed for larch. If the tree species are compared one with another, the result is that Scots pine shows a very high calcium/silicon ratio, beech and Norway spruce take a middle position, while larch has a low calcium/silicon ratio.

Table 11. *Chemical composition of residual litter.*

Plot	*Year* 19–	*Tree species*	*Percentage of dry matter*							
			Ca	Mg	Mn	K	P	N	Si	Ash
Grue	51–52	Larix decidua	0.38	0.053	0.101	0.09	0.037	0.66	0.15	1.88
		Picea abies	0.62	0.062	0.073	0.14	0.079	0.90	0.36	3.03
	52–53	Larix decidua	0.42	0.054	0.144	0.15	0.075	0.71	0.35	2.92
		Picea abies	0.49	0.041	0.088	0.15	0.123	1.15	0.44	3.26
Eidsberg ..	51–52	Larix sibirica	0.36	0.065	0.040	0.17	0.050	0.88	0.21	1.96
		Picea abies	0.39	0.060	0.158	0.18	0.114	1.24	0.71	3.66
	52–53	Larix sibirica	0.34	0.070	0.031	0.16	0.094	1.41	0.52	3.79
		Picea abies	0.42	0.059	0.036	0.14	0.066	1.43	0.70	4.00
Ringsaker ..	51–52	Larix sibirica	0.18	0.044	0.021	0.11	0.031	0.48	0.11	1.09
		Picea abies	0.56	0.057	0.064	0.16	0.062	1.14	0.51	3.53
	52–53	Larix sibirica	0.31	0.060	0.042	0.19	0.061	0.79	0.28	2.30
		Picea abies	0.47	0.059	0.064	0.15	0.152	1.41	1.12	4.92
Storelvdal ..	51–52	Larix sibirica	0.29	0.060	0.024	0.10	0.049	0.70	0.56	2.07
		Pinus silvestris	0.23	0.030	0.049	0.06	0.007	0.38	0.35	1.18
	52–53	Larix sibirica	0.40	0.062	0.076	0.13	0.069	0.63	0.42	2.70
		Pinus silvestris	0.25	0.036	0.018	0.08	0.044	0.68	0.09	1.21
Brunlanes ..	51–52	Fagus silvatica	0.54	0.070	0.073	0.06	0.049	0.84	0.31	2.68
		Picea abies	0.22	0.050	0.040	0.14	0.071	0.82	0.26	1.83
	52–53	Fagus silvatica	0.52	0.069	0.065	0.10	0.063	1.02	0.33	3.24
		Picea abies	0.14	0.043	0.043	0.20	0.044	0.62	0.21	1.97
Ås	51–52	Laris leptolepis	0.89			0.11	0.043	0.56	0.12	2.21
		Fagus silvatica	0.58			0.17	0.038	0.74	0.25	2.62
	52–53	Larix leptolepis	0.42	0.138	0.075	0.12	0.036	0.68	0.39	2.53
		Fagus silvatica	0.62	0.116	0.101	0.10	0.027	0.53	0.14	2.21

Table 12. *Chemical composition of other litter for the year 1952-53*

Plot	*Tree species*	*percentage of dry matter*					
		Ca	K	P	N	Si	Ash
Grue	Larix decidua	0.74	0.09	0.066	0.70	0.38	3.45
	Picea abies	0.52	0.09	0.077	0.72	0.39	2.94
Eidsberg	Larix sibirica	1.06	0.43	0.155	1.50	0.65	7.01
	Picea abies	–	–	–	–	–	–
Ringsaker	Larix sibirica	0.91	0.10	0.097	0.99	0.81	4.28
	Picea abies	0.60	0.23	0.058	1.00	0.82	4.32
Storelvdal	Larix sibirica	0.43	0.07	0.048	0.61	0.10	2.09
	Pinus silvestris	0.42	0.12	0.101	0.95	0.80	3.56
Brunlanes	Fagus silvatica	0.58	0.10	0.091	1.01	0.88	4.84
	Picea abies	0.75	0.11	0.075	1.22	0.79	4.98
Ås	Larix leptolepis	1.10	0.17	0.098	1.70	0.69	5.17
	Fagus silvatica	0.91	0.17	0.130	1.29	1.79	11.23

VII. Chemical composition of residual litter and other litter.

Tables 11 and 12 show the chemical composition of residual litter and other litter. Since this litter is heterogeneous, there is a much greater variation in the chemical composition. On the whole, this litter is poorer in nutrients than the corresponding main litter, although we find numerous exceptions. Mention can be made, for instance, of the high calcium content in the residual litter from the larch stand at Ås, and likewise the high nitrogen content from the spruce stands at Eidsberg and Ringsaker.

VIII. Nutrient quantities returned annually to the soil by litter.

Quite significant quantities of nutrients are added to the soil every year by means of forest litter. Table 13 shows the amount of each particular element which is contributed each year by main litter and residual litter, in other words, by the total amount of litter from the main tree species in the stands under investigation. The figures apply to kg. per hectare, and are calculated on the basis of the litter yield and the nutrient content of the litter.

Here again, there are naturally very considerable variations from

Table 13. *Nutrient quantities returned annually to the soil by main- and residual litter.* Kg. per hectare.

Plot	*Year*	*Tree species*	*Litter*	Ca	Mg	Mn	K	P	N	Si
Grue	51–52	Larix decidua	Main	12.5±0.6	2.7±0.1	4.4±0.4	2.0±0.1	1.6±0.1	12.3±0.5	17.1±0.8
			Residual	1.3±0.6	0.2±0.1	0.3±0.2	0.3±0.1	0.1±0.1	2.2±1.0	0.5±0.2
				13.8	2.9	4.7	2.3	1.7	14.5	17.6
		Picea abies	Main	16.9±1.3	1.3±0.1	3.3±0.3	2.4±0.2	1.5±0.1	11.9±0.8	13.9±1.0
			Residual	1.6±0.2	0.2±0.0	0.2±0.0	0.4±0.1	0.2±0.0	2.3±0.3	0.9±0.1
				18.5	1.5	3.5	2.8	1.7	14.2	14.8
Eidsberg ..	51–52	Larix sibirica	Main	14.5±0.8	4.4±0.2	0.9±0.0	3.3±0.2	1.9±0.3	24.3±0.8	26.2±1.3
			Residual	2.3±0.7	0.4±0.1	0.3±0.1	1.1±0.3	0.3±0.1	5.6±1.7	1.3±0.4
				16.8	4.8	1.2	4.4	2.2	29.9	27.5
		Picea abies	Main	22.2±1.4	2.7±0.1	2.4±0.1	5.1±0.2	2.6±0.1	27.0±0.9	26.0±1.4
			Residual	1.7±0.2	0.3±0.0	0.7±0.1	0.8±0.1	0.5±0.0	5.4±0.5	3.1±0.3
				23.9	3.0	3.1	5.9	3.1	32.4	29.1
	52–53	Larix sibirica	Main	12.4±0.5	3.7±0.1	1.0±0.0	3.6±0.2	2.4±0.1	29.5±0.8	31.4±1.0
			Residual	1.5±0.2	0.3±0.0	0.1±0.0	0.7±0.1	0.4±0.1	6.3±1.0	2.3±0.4
				13.9	4.0	1.1	4.3	2.8	35.8	33.7
		Picea abies	Main	25.2±2.3	2.8±0.3	2.7±0.3	4.0±0.4	3.0±0.3	34.7±3.2	29.2±2.7
			Residual	2.0±0.4	0.3±0.1	0.2±0.0	0.7±0.1	0.3±0.1	6.9±1.5	3.4±0.7
				27.2	3.1	2.9	4.7	3.3	41.6	32.6

Table 13 continued

Plot	*Year*	*Tree species*	*Litter*	Ca	Mg	Mn	K	P	N	Si
	51–52	Larix sibirica	Main	12.5±0.5	4.6±0.2	1.6±0.1	3.3±0.2	1.7±0.1	14.5±0.6	19.2±0.7
			Residual	1.3±0.3	0.3±0.1	0.2±0.0	0.8±0.2	0.2±0.1	3.5±0.9	0.8±0.2
				13.8	4.9	1.8	4.1	1.9	18.0	20.0
		Picea abies	Main	21.2±2.2	1.7±0.2	2.0±0.3	2.7±0.3	1.8±0.2	16.0±1.6	17.0±1.8
			Residual	0.6±0.1	0.1±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	1.2±0.2	0.5±0.1
				21.8	1.8	2.1	2.9	1.9	17.2	17.5
Ringsaker ..	52–53	Larix sibirica	Main	9.5±0.4	2.4±0.1	1.2±0.1	1.8±0.1	1.7±0.1	19.1±0.9	18.8±0.6
			Residual	2.3±0.5	0.4±0.1	0.3±0.1	1.4±0.3	0.4±0.1	5.8±1.3	2.1±0.5
				11.8	2.8	1.5	3.2	2.1	24.9	20.9
		Picea abies	Main	21.6±1.9	1.4±0.1	2.3±0.2	2.5±0.3	1.7±0.1	16.5±1.4	18.0±1.5
			Residual	1.4±0.2	0.2±0.0	0.2±0.0	0.4±0.1	0.5±0.1	4.2±0.6	3.3±0.5
				23.0	1.6	2.5	2.9	2.2	20.7	21.3
	51–52	Larix sibirica	Main	2.7±0.2	1.0±0.1	0.8±0.2	0.7±0.1	0.6±0.1	3.0±0.2	5.3±0.4
			Residual	0.4±0.1	0.1±0.0	0.0±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	1.0±0.2	0.8±0.2
				3.1	1.1	0.8	0.8	0.7	4.0	6.1
		Pinus silvestris	Main	8.7±0.9	1.1±0.6	2.3±0.4	1.3±0.1	0.6±0.0	8.3±0.2	2.0±0.4
			Residual	1.7±0.2	0.2±0.0	0.4±0.0	0.4±0.1	0.1±0.0	2.8±0.4	2.6±0.4
				10.4	1.3	2.7	1.7	0.7	11.1	4.6
Storelvdal ..	52–53	Larix sibirica	Main	3.1±0.3	1.1±0.1	1.0±0.2	0.8±0.1	0.8±0.1	4.0±0.3	6.6±0.6
			Residual	1.1±0.3	0.2±0.0	0.2±0.1	0.3±0.1	0.2±0.1	1.7±0.5	1.1±0.3
				4.2	1.3	1.2	1.1	1.0	5.7	7.7
		Pinus silvestris	Main	7.1±0.6	0.8±0.1	1.7±0.3	0.8±0.0	0.5±0.0	8.7±0.5	1.4±0.1
			Residual	1.8±0.3	0.2±0.0	0.1±0.0	0.6±0.1	0.3±0.0	4.9±0.7	0.6±0.1
				8.9	1.0	1.8	1.4	0.8	13.6	2.0

Table 13 continued

Plot	*Year*	*Tree species*	*Litter*	Ca	Mg	Mn	K	P	N	Si
Brunlanes ..	51.52	Fagus silvatica	Main	18.6±0.9	2.1±0.1	2.8±0.3	2.1±0.1	1.1±0.1	16.0±0.8	16.6±1.4
			Residual	2.1±0.2	0.3±0.1	0.3±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0	3.3±0.4	1.2±0.1
				20.7	2.4	3.1	2.3	1.3	19.3	17.8
		Picea abies	Main	25.8±2.3	2.7±0.1	4.9±0.4	5.3±0.3	2.8±0.1	31.0±1.1	27.6±1.8
			Residual	2.1±0.5	0.5±0.1	0.4±0.1	1.3±0.3	0.7±0.2	7.7±2.0	2.4±0.6
				27.9	3.2	5.3	6.6	3.5	38.7	30.0
	52–53	Fagus silvatica	Main	26.0±1.4	2.8±0.2	5.7±0.3	2.3±0.2	2.0±0.1	24.2±1.3	22.8±1.4
			Residual	1.0±0.2	0.1±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	1.9±0.4	0.6±0.1
				27.0	2.9	5.8	2.5	2.1	26.1	23.4
		Picea abies	Main	28.1±2.0	2.4±0.1	5.6±0.4	4.5±0.4	2.8±0.2	30.1±1.4	29.1±1.7
			Residual	1.8±0.6	0.6±0.2	0.6±0.2	2.6±0.9	0.6±0.2	8.1±2.8	2.7±1.0
				29.9	3.0	6.2	7.1	3.4	38.2	31.8
Ås	48–49	Larix leptolepis	Main	6.6±0.4			1.4±0.1	0.7±0.2	13.1±0.8	17.6±0.9
		Fagus silvatica	Main	25.7±2.0			6.6±0.5	1.5±0.1	22.5±1.9	30.9±2.2
	51–52	Larix leptolepis	Main	13.5±1.0	3.2±0.2	0.8±0.2	2.6±0.2	0.8±0.1	17.2±1.2	24.3±1.7
			Residual	5.4±2.6			0.7±0.3	0.3±0.1	3.4±1.6	0.7±0.3
				18.9			3.3	1.1	20.6	25.0
		Fagus silvatica	Main	37.0±1.9	5.5±0.2	3.2±0.3	10.3±0.8	2.2±0.2	35.6±1.6	35.1±0.8
			Residual	0.5±0.1			0.1±0.0	0.0±0.0	0.6±0.1	0.2±0.0
				37.5			10.4	2.2	36.2	35.3
	52–53	Larix leptolepis	Main	13.4±1.1	2.2±0.1	1.4±0.1	1.8±0.1	1.3±0.1	28.5±1.6	30.8±1.6
			Residual	2.3±0.7	0.7±0.2	0.4±0.1	0.6±0.2	0.2±0.1	3.7±1.6	2.1±0.7
				15.7	2.9	1.8	2.4	1.5	32.2	32.9
		Fagus silvatica	Main	34.5±1.3	3.9±0.2	3.6±0.2	3.5±0.4	2.0±0.2	39.3±1.8	34.1±1.9
			Residual	4.1±1.1	0.8±0.2	0.7±0.2	0.7±0.2	0.2±0.0	3.5±0.9	0.9±0.2
				38.6	4.7	4.3	4.2	2.2	42.8	35.0

one year to another, and between the various tree species. On the whole, it is nitrogen which is contributed in the largest quantities, up to 42.8 kg. per hectare. Both calcium and silicon are also added in large quantities, respectively 38.6 and 35.3 kg. per hectare. It is interesting to notice that all three figures are found in the young and dense beech stand at Ås.

The relatively large quantities of manganese which are added are noteworthy.

IX. Ground vegetation.

So far as the effect of the fall of litter on the soil is concerned, one must also take into consideration the litter which is contributed by the ground vegetation. It is obvious that this will vary to a considerable extent in the different stands under different tree species.

As mentioned in the section dealing with methods, we have tried to form an idea as to the quantities of ground vegetation litter which might be expected in these investigations. The results appear in table 14, where both dry matter and the individual nutrients are shown in kg. per hectare. So far as the composition of the ground vegetation in the different places is concerned, reference should be made to the description of the stands in Chapter II (page 119 seq.).

Since the collected material is so scanty, the results should naturally not have too much stress laid upon them. Neither have we attempted to reach any conclusion regarding what is added from the moss covering, which constitutes an important part of the ground vegetation

Table 14. *Yield of dry matter and nutrients from ground vegetation litter.*

Plot	*Tree species*	*Kg per hectare*							
		Dry matter	Ca	Mg	Mn	K	P	N	Si
Eidsberg	Larix sibirica	214	1.0	0.5	0.1	2.9	0.5	3.6	6.7
	Picea abies	32	0.4	0.1	0.0	1.1	0.2	0.7	0.9
Ringsaker	Larix sibirica	161	1.2	0.5	0.1	2.5	0.4	2.5	2.7
	Picea abies	50	0.3	0.1	0.0	0.8	0.1	0.8	0.8
Storelvdal	Larix sibirica	108	0.8	0.1	0.1	0.2	0.1	1.7	0.3
	Pinus silvestris	162	1.3	0.2	0.2	0.3	0.1	1.6	0.2
Brunlanes	Fagus silvatica	–	–	–	–	–	–	–	–
	Picea abies	204	1.1	0.5	0.1	3.8	0.4	3.1	1.3
Ås	Fagus silvatica	–	–	–	–	–	–	–	–
	Larix leptolepis	301	1.8	0.3	0.3	3.3	0.5	5.8	6.0

on several of our plots. Investigations made by ROMELL (1934) and TAMM (1953) show that large quantities of organic matter can be produced annually in a dense carpet of moss.

Otherwise, our results agree quite well with previous investigations. ROMELL (1939) has found, in the case of north Sweden, an annual production of blueberry leaves amounting to approximately 220 kg. per hectare. MORK (1945) has a much higher figure for this litter production, but his investigations are concerned with areas where dwarf shrub is the dominant vegetation. In our investigations, however, we have very little dwarf shrub on the plots, so that no direct basis of comparison can be obtained here.

SCOTT (1955) found in a stand of *Pinus strobus* and various broad-leaved trees a litter yield from the ground vegetation nearly corresponding to what we have found.

It is noteworthy that the ground vegetation in our stands appears to have relatively little significance as a source of litter, so far as weight is concerned. Quantitatively, this would appear to be almost equivalent to that for «other litter». It is also obvious that the ground vegetation plays a much larger part in larch stands than in Norway spruce and beech stands.

The litter from ground vegetation has quite a high nutrient content, and the added quantities of nutrient elements are relatively large. This agrees well with SCOTT (1955), who maintains that the ground litter can play an important part in the nutrient cycle because of the high content of many nutrient elements. This circumstance has undoubtedly an influence, and complicates an investigation where one seeks to set the fall of litter from the trees in relation to the soil conditions.

X. Discussion of certain findings.

pH, organic phosphorus and the C/N quotient are usually regarded as good indications of the humus condition. If these are used as a basis for the appraisal of the humus in the stands under investigation, there would appear to be a tendency for the humus conditions under larch to be more favourable than under Norway spruce and Scots pine. There is less material for beech, but the results do not indicate that there is any fundamental difference between this tree species and Norway spruce. The humus condition at Ås appears to be better under beech than under the Japanese larch.

Here, however, it must be pointed out that the differences which

are found are not always significant. Further, it must be noted that the differences registered are of far less magnitude than the difference found from plot to plot, and which must be attributed to the local conditions. The investigation shows, on the whole, that great care should be taken in branding a tree species as «soil-improving» or «soil-deteriorating» solely on the basis of the quantity and quality of the litter. If one compares previous investigations, it is also clearly shown how these can change from one place to another and from year to year.

It is reasonable to assume that the chemical conditions in the soil will influence the composition of the litter. We have, however, not been able to prove any connection in our material, apart from the humus, but in this case it is difficult to distinguish between cause and effect.

Neither should one disregard the possibility that there can be differences between the species within the same genus, perhaps just as large as between entirely different tree species. The present material from Ås regarding Japanese larch, compared with the results from Sibirian and European larch, suggest that the first-mentioned perhaps produces a poorer quality of litter than other larch species.

The effect on the soil of a particular tree species depends also undoubtedly on the character of the stand. When, for example, larch is so often regarded as especially fabourable, presumably this is due not least to the open structure of the larch stand. Light, warmth and moisture gain access in a much greater degree than in a Norway spruce stand. This makes possible a rich ground vegetation, which can provide valuable litter, and the decomposition of all litter takes place rapidly, so that good humus conditions are obtained.

XI. Summary.

This investigation has been carried out to illuminate the following problems: —

1. What quantities of litter are produced annually by beech and larch?
2. What is the nutrient content of this litter?
3. How quickly does it decompose?
4. What effect on the soil has the litter from larch and beech?
5. How do the above-mentioned conditions for larch and beech compare with the conditions for our common tree species, Norway spruce and Scots pine?

In addition to the above, an attempt has been made to estimate the significance of the ground vegetation as a source of litter.

The investigation covers six plots in eastern Norway, and was carried out in 1951–52 and 1952–53, also in 1948–49 in the case og one plot. The following tree species were investigated: – *Larix decidua* Mill., *Larix sibirica* Ledeb., *Larix leptolepis* (Sieb. & Zucc.) Gord. and *Fagus silvatica* L. In five instances, additional plots have been laid out in neighbouring stands of *Picea abies* (L.) Karst. or *Pinus silvestris* L., for purposes of comparison. A description of the plots and stands is tabulated in table 1 (p.121) and table 2 (p.123).

The litter is collected by means of tin pots, and sorted into the following categories: –

Main litter, consisting of needles or leaves of the main tree species in the stand being investigated.

Residual litter, comprising all other litter from the main tree species (twigs, cones, bark, etc.)

Other litter, which is forest litter not originating from the main tree species.

The collected litter were analysed for calcium, magnesium, manganese, potassium, phosphorus, nitrogen and silicon. A description was made of the soil, and chemical analyses taken from each layer. The number of trees, the basal area and the volume were determined in the stands.

The principal results are as follows: –

1. The yield of litter varies considerably from year to year (table 3, p. 132). There is a clear connection between the yield of litter and the density of the stand, expressed as basal area, (fig. 1, p. 131). Main litter is predominant in the collected litter, in the majority of cases amounting to over 70 % (table 4, p. 133).
2. The total litter stock, seen in relation to the annual yield, lies throughout higher under Norway spruce than under larch, and higher under larch than under Scots pine and beech (table 5, p. 135).
3. The element content of the litter (table 6, p. 138, table 7, p. 142), and fig. 3, 4 and 5, pp. 140–44) varies considerably, not only amongst the plots but within the individual stand an from one year to another. Larch needles are poorer in calcium than Norway spruce needles, and also, as a rule, in manganese, but richer in magnesium. The ash from larch needles is also richer in silicon. There is no clear tendency for the remaining elements.

   Scots pine needles are poorer in ash than larch needles, and

the content of magnesium, potassium, phosphorus and silicon is lower in the pine needles. The remaining elements show no difference. The calcium content is dominant in the ash of the pine needles.

Beech leaves are poorer in potassium, phosphorus and nitrogen than Norway spruce needles, but richer in magnesium. Larch needles at Ås are poorer than beech leaves in all elements. The ash content also is lower in larch needles.

4. The soil conditions are shown in tables 8 (p. 146), 9 (p. 148) and 10 (p. 150). In our material, we have not been able to demonstrate any connection between the chemical conditions in the soil and the constituents of the litter, apart from the humus. The humus conditions seem to be more favourable under larch than under Norway spruce and Scots pine.
5. «Residual litter» and «other litter» show greater variation in chemical composition than main litter (table 11, p. 156 and table 12, p. 157). On the whole, these litters are poorer in nutrients.
6. The litter supplements the soil with a considerable amount of nutrients every year (table 13, p. 158). On the whole, it is nitrogen which is supplied in the largest quantities, but calcium and silicon can also show very high yields.
7. The grund vegetation litter, excluding the litter from mosses, which was not included in the investegation, forms only a small percentage of the yield of litter from the trees. This litter from the ground vegetation has, however, a comparatively high nutrient content, and can therefore play a certain part in the supply of nutriment to the humus (table 14, p. 161). The quantity of ground vegetation litter is larger under larch than under Norway spruce, and larger under spruce than under beech.

Lour. Bommie - Svendsen Ola Gjems.

References.

Anderson, M. S. and H. G. Byers, 1934. The carbon-nitrogen ratio in relation to soil classification. Soil Sci. 38.

Aaltonen, V. T., 1948. Boden und Wald unter besonderer Berücksichtigung des nordeuropäischen Waldbaus. Berlin und Hamburg.

Albert, R., 1928. Die sogenannten Bodenerkrankungen, ihr Wesen, ihre Ursachen und Bedeutung für die Forstwirtschaft. Jber. dtsch. Forstver.

Burger, H., 1945. Holz, Blattmenge und Zuwachs. VII. Mitteilung. Die Lärche. Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Versuchsw. 24.

Cheng, K. L. and R. H. Bray, 1951. Determination of calcium and magnesium in soil and plant material. Soil Sci. 72.

Cheng, K. L., S. W. Melstad and R. H. Bray, 1953. Removing interfering metals in the versenate determination of calcium and magnesium. Soil Sci. 75.

Councler, C., 1883. Untersuchungen über Waldstreu. I. Aschenanalysen von Buchenlaubstreu, verbunden mit Untersuchungen der zugehörigen Böden. Z. Forst-u. Jagdw. 15.

Councler, C., 1903. Aschenanalysen von dreijährigen gedüngten Fichten. Ibid. 35.

Damsgaard-Sørensen, P., 1947. Studier over Jordens Fosforsyreindhold IV. Det organisk bundne Fosfor. Tidsskr. Planteavl, 50.

Duchaufour, P. [1950?] Note sur les types d'humus forestier et leur rapport carbone/azote (C/N). International congress of soil science, 4th. Amsterdam 1950. Transactions 2.

Ebermeyer, E., 1876. Die gesamte Lehre der Waldstreu. Berlin.

Egnér, H., 1940. Bestimmung der Kalibedürftigkeit des Bodens auf chemischem Wege. Bodenk. u. Pflanzenernähr. 21/22, (66/67).

Egnér, H., G. Köhler and F. Nydal, 1938. Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. Kungl. Lantbrukshögskol. Ann. 6.

Gjems, O., 1956. Complexometric determination of calcium, magnesium and manganese in plant material and soils. In manuscript.

Gjems, O. and D. Lydersen, 1954. Entfernung von Aluminium bei der flammenphotometrischen Bestimmung von Calcium. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. 64 (109).

Handley, W. R. C., 1954. Mull and mor formation in relation to forest soils. Bull. For. Comm. Lond. No. 23.

Hartmann, F. K., 1932. Aufbau, Verbreitung und Haushalt natürlicher Fichtenwaldgesellschaften. Forstarchiv 8.

Herrmann, R., P. Lederle and O. von Metzen, 1943. Untersuchung über die von W. Bonewitz beobachtete «Dehydratisierung» der Phosphorsäure in Keimpflanzenaschen. Bodenenk. u. Pflanzenernähr. 32.

Hesselman, H., 1926. Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. Medd. Stat. skogsförsöksanst. Stockh. 22.

International Congress of Soil Science, 2nd. Leningrad-Moscow 1930. Conclusions of the First Commission. Proceedings and Papers. I, p XXIV.

[Knutson, K.] p. 182–185 in: Malmström, C.,1949. Studier över skogstyper och trädslagsfördelning innom Västerbottens län. Medd. Stat. skogsforskningsinst. 37.

Krauss, G., 1926. Über die Schwankungen des Kalkgehaltes im Rotbuchenlaub auf verschiedenem Standort. Forstwiss. Cbl. 48 (70).

Krauss, G., F. Härtel, K. Müller, G. Gärtner, H. Schanz et al., 1939. Standortsgemässe Durchführung der Abkehr von der Fichtenwirtschaft im nordwestsächsischen Niederland. Tharandt. forstl. Jb. 90.

Leiningen-Westerburg, W. Graf zu, 1926. Humuszehrer. Forstwiss. Cbl. 48 (70).

Leiningen-Westerburg, W. Graf zu, 1931. Forstwirtschaftliche Bodenbearbeitung, Düngung und Einwirkung der Waldwegetation auf den Boden. Blank's Handbuch der Bodenlehre 9. Berlin.

Lindberg, S. and H. Norming, 1943. Om produktionen av barrförna och densammas sammansättning i ett granbestånd invid Stockholm. Sv. Skogsvårdsför. tidskr. 41.

Mattson, S. and E. Koutler-Andersson, 1941. The acid-base condition in vegetation, litter and humus I. Acids, acidoids and bases in relation to decomposition. Kungl. Lantbrukshögskol. Ann. 9.

Mikola, P., 1954. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumisnopeudesta. Summary: Experiments on the rate of decomposition of forest litter. Commun. Inst. for. Fenn. 43. 1.

Mork, E., 1942. Om strøfallet i våre skoger. Medd. norske Skogforsøksv. VIII.

Mork, E., 1945. Om skogbunnens lyngvegetasjon. Ibid. IX.

Møller, C. M., 1945. Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Forstl. Forsøgsv., Danm. 17.

Ramann, E., 1898. Untersuchung streuberechter Böden. Z. Forst- u. Jagdw. 30.

Romell, L.-G., 1932. Mull and duff as biotic equilibria. Soil Sci. 34.

Romell, L.-G., 1939. Den nordiska blåbärsgranskogens produktion av ris, mossa och förna. Svensk bot. tidskr. 33.

Rubner, K., 1932. Holzartenwechsel. Forstarchiv 8.

Scheel, K. C., 1935. Die colorimetrische Bestimmung der Phosphorsäure in Düngmitteln mit dem Pulfrich-Photometer. Z. anal. Chem. 105.

Schütze, W., 1876. Ueber den Aschengehalt und über die Zusammensetzung der Asche von Pinus sylvestris. Z. Forst- u. Jagdw. 8.

Scott, D. R. M., 1955. Amount and chemical composition of the organic matter contributed by overstory and understory vegetation to forest soil. Bull. Yale Sch. For. No. 62.

Tamm, C. O., 1951. Removal of plant nutrients from tree crowns by rain. Physiol. Plant., Copenhagen, 4.

Tamm, C. O., 1953. Growth, yield and nutrition in carpets of a forest moss (Hylocomium splendens). Medd. Stat. skogsforskningsinst. 43.

Tamm, O., 1930. Om brunjorden i Sverige. Sv. skogsvårdsför. tidskr. 28.

Tamm, O., 1934. Om mekanisk analys av svenska skogsjordar. Medd. Stat. skogsförsöksanst. 27.

Tamm, O. and E. Wadman, 1945. Om skogens naturliga betingelser i Hamra revir. Bilaga till. Sv. skogsvårdsför. tidskr. 2 [43].

Tüxen, R. 1932. Ist die Buche die «Nährmutter» des deutschen Waldes. Forstarchiv 8.

Van Slyke and J. Folch, 1940. Manometric carbon determination. J. Biol. Chem. 136.

Viro, P. J., 1955. Investigations on forest litter. Commun. Inst. for. Fenn. 45. 6.

Wiedemann, E., 1951. Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Teil III. Frankfurt a.M.

Wijkström, T., 1935. Metoder för undersökning av fodermedels mineralbeståndsdelar. Medd. nr. 459. Centralanst. försöksv. jordbr. Stockh. Avd. lantbrukskemi, nr. 56.

Wittch, W., 1933. Untersuchungen in Nordwestdeutschland über den Einfluss der Holzart auf den biologischen Zustand des Bodens. Mitt. Forstwirtsch. Forstwiss. 4.

Wittich, W., 1936. Der Einfluss der Lärche auf den biologischen Zustand des Bodens. Z. Forst- u. Jagdw. 68.

Wittich, W., 1939. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einen Boden mit Mullzustand. Forstarchiv 15.

Wittich, W., 1943. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand II. Ibid. 19.

Wittich, W., 1944. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand IV. Ibid. 20.

Wittich, W., 1953. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit starker Regenwurmtätigkeit. Schriftenr. forstl. Fak. Univ. Göttingen, No. 9.

Mengde og kjemisk sammensetning av strøet i lerke,- bøke-, gran- og furubestand og dets virkning på jordbunnen.

Innledning og oppgavestilling.

Disse undersøkelser er en direke fortsettelse av en mindre undersøkelse i Ås 1948—49. Resultatene herfra var såvidt interessante at arbeidet ble fortsatt og utvidet slik at materialet nå foreligger fra i alt 6 felt.

Bakgrunnen for undersøkelsene er den diskusjon som har vært ført siden midten av forrige århundre om de forskjellige treslags jordforbedrende eller jorddegenererende evne. Lerk har svært ofte i denne forbindelse vært trukket frem som et meget gunstig treslag med et rikt strøfall, mens gran av mange har vært betraktet som jorddegenererende og råhumusdannende. Resultater fra forskjellige tidligere undersøkelser gir imidlertid ikke noen entydige svar på disse spørsmål. Det kan også være meget usikkert å trekke paralleller for vårt land med resultater og erfaringer fra andre breddegrader, og vi har derfor med denne undersøkelse søkt å belyse saken litt nærmere.

Følgende treslag er undersøkt:

Europeisk lerk *(Larix decidua)* i Grue prestegårdsskog, Grue,

sibirisk lerk *(Larix sibirica)* i Østreng skog, Eidsberg, Ringsaker prestegårdsskog, Ringsaker og ved Øvergård, Koppang i Storelvdal,

japansk lerk *(Larix leptolepis)* i Norges Landsbrukshøgskoles skog, Ås,

bøk *(Fagus silvatica)* i Norges Landbrukshøgskoles skog, Ås og i Fritzøehus park, Brunlanes.

For alle felter unntatt Ås er det lagt ut sammenligningsfelter i nærstående gran- eller furubestand for derved å få så ensartede jordbunnsforhold som mulig.

I tabellene 1 (s. 121) og 2 (s. 123) er skjematisk oppsatt de forskjellige data som inngår i felt- og bestandsskrivelsen.

Undersøkelsene omfatter årene 1951—52 og 1952—53, i Ås også 1948—49. Formålet med dem kan kort sammenfattes slik:

1. Hvilke strømengder produserer lerk og bøk årlig?
2. Hvilke mengder av næringsstoffer inneholder dette strø?
3. Hvor fort omsettes det?
4. Hvilken virkning på jordsmonnet har strøet fra lerk og bøk?
5. Hvordan er ovennevnte forhold for lerk og bøk sammenlignet med forholdene for våre vanlige treslag gran og furu?

Det er i arbeidet behandlet forskjellige kategorier av strø, som er gitt følgende definisjoner:

1. *Skogstrø* er alt det organiske materiale som i løpet av året tilføres jordbunnen fra trærne.
   a. *Hovedstrø* er nåler eller løv fra hovedtreslaget i de bestand som undersøkes.
   b. *Reststrø* er alt annet strø fra hovedtreslaget (kvister, kongler, bark osv.).
   c. *Annet strø* er skogstrø som ikke skriver seg fra hovedtreslaget.
2. *Bunndekkestrø* er strø fra bunnvegetasjonen.

Metodikk.

Innsamlingen av strøet er gjort ved hjelp av samlekar og -kasser. I de aller fleste bestand ble det satt ut 30 kar i regelmessig kvadratforband med 5 m avstand. Det er tatt nøye hensyn til å få jevn bestandstetthet og god avstand til bestandskanter. Bl. a. av disse grunner har det enkelte steder vært nødvendig med en gruppevis fordeling av innsamlingskarene.

Bortsett fra feltene i Ås, hvor den første undersøkelsen ble gjennomført 1948—49, ble samlekarene satt ut sommeren 1951. Forsøket ble avsluttet i marken 2 år etter, sommeren 1953. Etterhvert som strøet ble samlet inn, ble det tørket ved værelsestemperatur. Hvert års strøfall i hvert kar ble sortert i de tre fraksjoner «hovedstrø», «reststrø» og «annet strø». Hver fraksjon ble så veiet særskilt for hvert kar. Prøvene ble malt på kvern og analysert. For strøkategoriene «reststrø» og «annet strø» ble dette gjort sams for hvert bestand. Hovedstrøet ble imidlertid før malingen slått sammen i grupper etter karenes plasering i bestandet. Disse grupper ble analysert hver for seg og er brukt som enkeltobservasjoner under den tallmessige behandling av materialet. Følgende stoffer er bestemt: kalsium, magnesium, mangan, kalium, fosfor, kvelstoff og kisel.

For om mulig å få et begrep om total mengde uomsatt hovedstrø i strøsjiktet, ble det tatt ut blokker på 0,1 m^2 av strølaget og den øverste del av humusen, 4—5 fra hvert bestand. Alt hovedstrø med godt bevart struktur ble utsortert, tørket og veiet.

Fra de samme blokker ble bunndekkestrøet frasortert, unntatt moser. Disse prøver ble malt og analysert særskilt for hvert bestand.

I hvert bestand er beskrevet 4 eller 5 jordprofiler, og jordprøver for analyse er tatt fra alle sjikt i hvert profil. Jordprøvene er forbehandlet ved sikting gjennom 2 mm sikt.

Det er i alle bestand foretatt måliger og aldersbestemmelser som grunnlag for beregning av grunnflatesum og volum samt for bonitering.

Mengden av årlig tilført strø.

I tabell 3 (s. 132) er oppført de tørrstoffmengder av de forskjellige kategorier skogstrø som i forsøksperioden er tilført jordbunnen i de undersøkte bestand, og av tabell 4 (s. 133) fremgår den prosentiske fordeling av disse kategorier. Som man ser er det overalt hovedstrøet som spiller den største rolle. Bare i meget få tilfeller utgjør dette mindre enn 70 prosent av det totale strøfall fra trærne, og det ser stort sett ut til at det spiller en større rolle hos gran enn hos lerk.

Når det gjelder de tilførte vektmengder, veksler disse ganske meget fra år til år i samme bestand. Det er heller ingen klar entydighet med hensyn til hvilket treslag som er den største strøprodusent.

Det er sikkert flere forhold som spiller inn når det gjelder strøproduksjonen. En av de faktorer som antakelig betyr mest, er tettheten. I figur 1 (s. 131) har vi satt strømengdene i forhold til grunnflatesummen for de enkelte bestand. I noen tilfeller er bestandene delt opp i grupper. På figuren er også tatt med noen resultater fra Morks arbeid om strøfallet (Mork 1942). Selv om grunnflatesummen ikke er noe fullgodt uttrykk for tettheten ser det likevel ut til å være ganske god sammenheng.

Totalt strøforråd i strøsjiktet.

Som nevnt har vi prøvet å få et begrep om hvor fort strøet fra de forskjellige treslag blir omsatt. Metoden er temmelig grov, og man bør ikke legge alt for stor vekt på de absolutte tall. Resultatene er satt opp i tabell 5 (s. 135). Usikkerheten ved dem kommer også til syne i den relativt høye middelfeil.

Totalt strøforråd satt i forhold til det årlige strøfall, ligger gjennomgående høyere under gran enn under lerk, og høyere under lerk enn under furu og bøk. I Brunlanes ligger det høyere under bøk enn under gran.

Kjemisk innhold i strøet.

I tabell 6 (s. 138) er oppført resultatene av den kjemiske analyse av hovedstrøet for de forskjellige år. De oppførte tall gjelder innhold i prosent av tørrstoff. De samme resultater er tegnet opp i søylediagrammene i figurene 2, 3 og 4 (s. 140—44). Det er ved hjelp av

Students t-test regnet ut om den forskjell i kjemisk sammensetning vi finner er statistisk sikker.

Når det gjelder lerk og gran er resultatene for kalsium helt entydige. Grannåler inneholder overalt betydelig mer kalsium (Ca) enn lerkenåler, mens forholdet er omvendt for magnesium (Mg). Kiselinnholdet (Si) er stort sett høyest i lerkenåler, mens det for kvelstoff (N), mangan (Mn), kalium (K) og fosfor (P) ikke er noen klar tendens.

Selv furunåler er i våre forsøk vel så kalsiumrike som lerkenålene på samme felt. Bemerkelsesverdig her er også det meget lave innhold av kisel i furunålene. Furunålene har ellers stort sett også lavere innhold av de øvrige undersøkte stoffer.

For undersøkelse av forholdet bøk-gran har vi også bare ett felt å bygge på. Av resultatene herfra ser en at bøkebladene er rikere på kalsium og magnesium enn grannålene, men fattigere på kalium, fosfor og kvelestoff.

Også i Ås viser det seg at lerkenålene er relativt fattige på kalsium, og for samtlige stoffers vedkommende ligger bøkebladene høyere, til dels ganske betydelig.

Tabell 7 (s. 142) viser analysetallene for mineralstoffenes prosentiske innhold i asken. I tabell 11 (s. 156) og 12 (s. 157) er oppført det kjemiske innhold i «reststrø» og «annet strø». Disse strøkategorier er til dels temmelig forskjelligartet, og har langt større variasjon i kjemisk sammensetning enn hovedstrøet. Gjennomgående er det fattigere på næringsstoffer, men det er dog flere unntagelser.

Det er ganske betydelige «gjødselmengder» som hvert år tilføres jordbunnen med skogstrøet. I tabell 13 (s. 158) er satt opp hva som hvert år er tilført med «hovedstrø» og «reststrø» — altså samlet strømengde fra hovedtreslaget — i de undersøkte bestand. Tallene gjelder kg pr. ha. Det er selvfølgelig også her meget store variasjoner fra år til år og mellom de forskjellige treslag. Som rimelig kan være ligger Storelvdal lavest. Stort sett er det kvelstoff som blir tilført i størst mengde, i et par tilfeller over 40 kg pr. ha. Både kalsium og kisel kommer høyt opp. Bemerkelsesverdig er de relativt store mengder mangan som tilføres med strøfallet.

Bunnvegetasjonen.

Vi har prøvet å få et mål for størrelsesordenen av bunndekkestrøet. Resultatene finnes i tabell 14 (s. 161). Da det innsamlede materiale her er såvidt sparsomt, skal man selvfølgelig ikke legge for meget vekt på resultatene. Vi har heller ikke prøvet å få noe mål for hva som tilføres fra mosedekket, som jo mange steder utgjør en viktig del

av bunnvegetasjonen. Vi finner derfor ikke grunn til å gå noe særlig i detalj på dette punkt.

Det er imidlertid verdt å merke seg at bunnvegetasjonen i de undersøkte bestand synes å ha relativt liten vektmessig betydning som strøkilde. Av størrelsesorden ser det ut til at den kommer omtrent på samme nivå som «annet strø». Det er også tydelig at bunnvegetasjonen spiller en langt større rolle i lerkebestand enn i granbestand.

Når det gjelder næringsinnhold ligger strøet fra bunnvegetasjonen ganske høyt, og de tilførte mengder næringsstoffer blir relativt store.

Dette forhold virker sikkert inn, og kompliserer en undersøkelse hvor man søker å sette strøfall fra trærne i relasjon til jordbunnsforholdene.

Jordbunnsforhold.

Det er foretatt en temmelig grundig beskrivelse av jordbunnsforholdene. Resultatene av de kjemiske analyser er satt opp i tabell 8 (s. 146). Tallene for pH viser den vanlige tendens til stigning nedover i profilet. Videre er det en meget god sammenheng mellom innholdet av organisk stoff (glødetapprosent) på den ene side og M-tall som er et uttrykk for kaliuminnholdet, og L-tallet for fosforinnholdet på den annen side. Samme tendens gjør seg også gjeldende for innholdet av lettoppløselig kalsium.

Mekanisk sammensetning av undergrunnen er ført opp i tabell 9 (s. 148). Jordartsinndelingen i tabell 1 (s. 121) er gjort på grunnlag av denne.

De virkninger et bestemt treslag har på jordbunnen vil først komme tilsyne i humusen. Det er derfor satt opp en spesialtabell for denne, tabell 10 (s. 150), hvor forskjellene mellom de to bestand på hvert felt er regnet ut.

Av tallene for pH fremgår det at lerkehumusen i de undersøkte bestand er mindre sur enn gran- og furuhumusen. Lerkehumusen er fattigere på kali, og i de fleste tilfelle på fosforsyre, kalsium og uorganisk fosfor enn gran- og furuhumus, mens den er rikere på organisk fosfor og kvelstoff. Den siste rubrikk i tabell 14 angir forholdet mellom kullstoff og kvelstoff. Når denne kvotient er høy, viser dette at nedbrytningen av det organiske materiale foregår tregt, mens en lav kvotient tyder på en rask nedbrytning. Resultatene skulle her tyde på at nedbrytningen i lerkehusmusen foregår noe raskere enn i gran- og furuhumusen, raskere under gran enn under bøk i Brunlanes, og raskere i bøkehumusen enn i lerkehumusen i Ås.

Bortsett fra feltet i Storelvdal med lerk og furu stemmer dette godt med beregningen av omsetningshastighetene i tabell 5.

Det er stor forskjell i C/N-forholdet på de forskjellige felter. Storelvdal og Grue som har de laveste boniteter, har høyest C/N-forhold.

Diskusjon og konklusjon.

pH, organisk fosfor og C/N-forholdet er vanligvis betraktet som gode indikatorer på humustilstanden. Hvis disse legges til grunn for bedømmelse av humusen i de undersøkte bestand, synes det å være en tendens til at humusforholdene er gunstigere under lerk enn under gran og furu. For bøk er materialet mindre, men resultatene tyder ikke på at det er noen vesentlig forskjell mellom dette treslag og gran, mens humustilstanden i Ås synes å være bedre under bøk enn under lerk.

Det må dog her påpekes at de forskjeller som er funnet ikke alltid er statistisk sikre. Videre må man merke seg at de registrerte forskjeller er av langt mindre størrelsesorden enn den forskjell man finner fra felt til felt, og som må tilskrives de stedlige forhold. Undersøkelsen viser i det hele tatt at man skal være meget varsom med å stemple et treslag som «jordforbedrende» eller «jorddegenererende» bare på grunnlag av strømengder og strøkvalitet. Sammenholder man tidligere undersøkelser, fremgår det også tydelig hvordan disse forhold kan veksle fra sted til sted og fra år til år.

Det er rimelig å anta at de kjemiske forhold i jordbunnen vil ha innvirkning på strøets sammensetning. Vi har imidlertid ikke i vårt materiale kunnet påvise noen sammenheng, bortsett fra humusen, men på dette punkt er det vanskelig å skille mellom årsak og virkning.

Man skal heller ikke se bort fra den mulighet at det for treslagene kan være forskjeller mellom artene innenfor samme slekt, kanskje like store som mellom helt forskjellige treslag. Det foreliggende materiale fra Ås med japansk lerk, sammenholdt med resultatene for sibirisk og europeisk lerk, kan tyde på at den førstnevnte kanskje er dårligere strøprodusent enn andre lerkearter.

Et treslags virkning på jordbunnen avhenger sikkert også av bestandskarakteren. Når f. eks. lerk så ofte er ansett som særlig gunstig, skyldes dette sannsynligvis ikke minst lerkebestandets åpne stilling. Lys, varme og nedbør slipper til i langt større utstrekning enn i et granbestand. Dette gir muligheter for en rik bunnvegetasjon som kan gi verdifult strø, og omsetningen av alt strø foregår raskt, slik at man får gode humusforhold.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

OLA·BØRSET

Veksten hos han- og huntrær av osp

Growth of Male and Female Aspen trees

I likhet med de andre arter som tilhører Salix-familien, er ospa særbu (dioik). De særkjønnete blomster sitter på hvert sitt tre. Vi har med andre ord han- og huntrær. Det kan da ligge nær å spørre om denne kjønnsforskjellen kan være korrelert med viktige forstlige egenskaper, f. eks. vekstkraft, stammeform, forgreining osv. (kjønnsbunden arv).

Ospa forekommer for det meste i småklynger eller småbestand. som oftest oppkommet ved rotskudd. Slike små klynger kan en vel helst regne med består av en enkelt klon, og individene er i de tilfelle av samme kjønn. De kan alle være avkom etter et eneste foreldretre, eller etter noen få foreldretrær som igjen kanskje i sin tid er kommet fra ett foreldretre.

I rike blomstringsår har man god anledning til å studere forekomsten av han- og huntrær. I det rike blomstringsåret for osp i 1948 ble det foretatt en inventering på de produksjonsflater som Ingeniør F. H. Frølichs Fond har fulgt i de senere år. Det viste seg at på to av flatene, hvor det var svært rik blomstring, fantes både han- og huntrær. Disse trærne ble da kjønnsbestemt og senere i veksten fulgt særskilt for han- og huntrær. Dette gjaldt flate nr. 14, Strandgård i Kjose, Brunlanes, og flate nr. 31, Tandberg i Modum. Flate nr. 14 er på 1,3 dekar og er fremdeles i bruk som produksjonsflate. Derimot har vi måttet legge ned flate nr. 31, da det i 1950 kom en kraftledning tvers gjennom feltet.

Han- og huntrærne er ikke blandet om hverandre på disse feltene, men de har sine bestemte vokseområder og bare i grensebeltet går de litt om hverandre. Riktignok er det så at produksjonsflatene gjerne blir tatt ut på steder hvor en har relativt jevne vekstvilkår og jevne bestand. Men selv på en slik forsøksflate kan det likevel rent lokalt være forskjell på vekstkraften i jorda, og dette kan virke forstyrrende inn på en sammenlikning av veksten hos han- og huntrær på disse to flatene. Nedenstående tabeller og grafiske illustrasjoner viser resultatet av de målinger som er foretatt:

Tab. 1–2. Middelverdier for dimensjon og tilvoksende størrelser hos han- og huntrær av osp. Antall undersøkte trær i parentes.
Flate nr. 14. Strandgård, Brunlanes. Alder 32 år.

Egenskap	1944		1948		1952	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Midd. $D_{1,3}$, cm						
Gjenst. trær .	10,5 (107)	11,2 (64)	12,8 (69)	13,6 (50)	14,1 (62)	14,8 (43)
Felte trær ...			10,1 (38)	10,3 (14)	13,4 (7)	12,9 (7)
Midd. H, m						
Gjenst. trær .	13,0 (42)	13,3 (24)	14,5 (13)	14,6 (9)	15,2 (29)	15,1 (19)
Felte trær ...			13,6 (38)	13,6 (14)	15,6 (7)	14,6 (7)
$D_{1,3}$, mm/år			1944/48		1948/52	
Gjenst. trær .			3,4 (105)	4,1 (64)	3,1 (69)	2,5 (50)
H, m/år						
Gjenst. trær .			0,32 (40)	0,29 (22)	0,18 (26)	0,18 (15)

Flate nr. 31, Tandberg i Modum.

Egenskap	1946		1948	
	♂	♀	♂	♀
Midd. $D_{1,3}$, cm				
Gjenst. trær .	19,1 (138)	18,7 (109)	19,3 (127)	19,6 (91)
Felte trær ...			18,7 (11)	16,0 (18)
Midd. H, m				
Gjenst. trær .	18,0 (32)	19,2 (29)		
$D_{1,3}$, mm/år			1946/48	
Gjenst. trær .			1,0	1,5

Flate nr. 14 (tab. 1) viste høyere diameterverdier for huntrær enn hantrær ved alle 3 registreringer. Fig. 1 illustrerer hvordan frekvenskurvene for treantall over diameter for huntrærne er forrykket mot høyre på skalaen i forhold til hantrærnes kurver. Trehøydene varierte ikke meget mellom kjønnene (fig. 2). Huntrærne hadde også den største tilvekst i diameter i første 4-årsperiode (fig. 3), mens det i annen periode var omvendt. Høydetilveksten var temmelig lik.

Flate nr. 31 (tab. 2) hadde i anleggsåret 1946 noe høyere middeldiameter for hantrærne, mens huntrærne hadde de største høyder (fig.

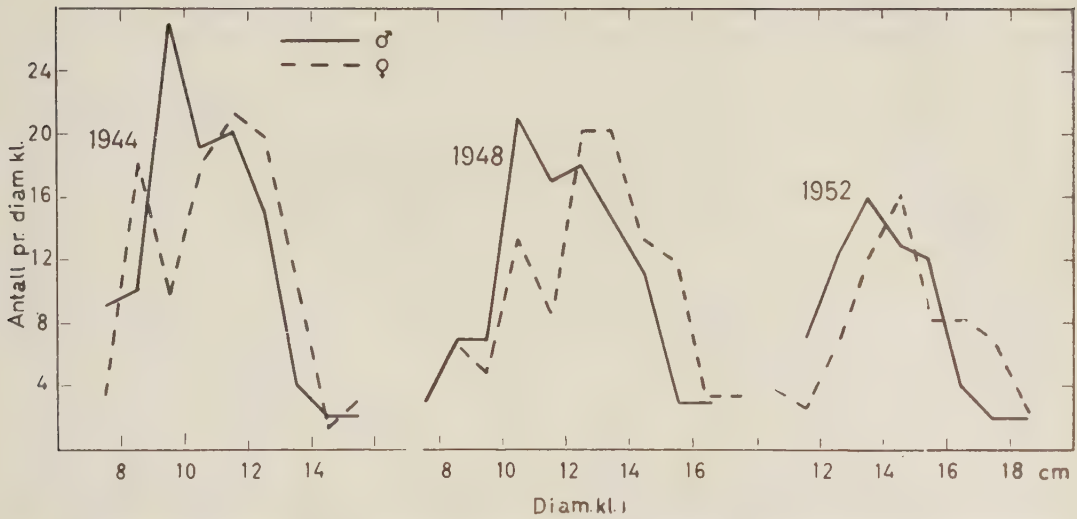


Fig. 1. Treantallets fordeling på diameterklasser for han- og huntrær (korreksjon foretatt for forskjell i det totale treantall). Flate 14.

2). Etter tynning i 1948 lå huntrærne også over i diameter, likesom de oppviste den største diametertilvekst for perioden (fig. 3).

Ved behandlingen av flatene ble det bare tatt hensyn til trærnes morfologiske egenskaper (krone, stammeform, kvistrenhet), ikke til kjønn. Nå viste det seg at middeldimensjonen for de uttatte hantrær stort sett lå tydelig over huntrærnes tross noenlunde jevnt utgangsnivå. Dette kan tyde på at de raskest voksende individer blant hantrærne gjennomgående har vist dårligere ytre egenskaper sett fra et forstlig synspunkt enn tilsvarende for huntrærne. På den annen side er det mulig at en ved tynningsinngrepet har fjernet særlig vekstkraftige individer av hantrærne, hvilket vil ha spilt en viss rolle for den midlere diametertilvekst.

Det ser av disse enkle undersøkelser ut til at huntrærne er noe mer vekstkraftige enn hantrærne på de to flater. Nå kan det, som allerede nevnt, virke forstyrrende inn at jordbunnen ikke er helt ensartet, dessuten kan vi i begge disse to tilfellene ved en ren tilfeldighet ha fått 2 ekstra gode hunkloner som altså da i begge tilfelle overgår de hankloner som de sammenliknes med. Med andre ord, man kan tenke seg at forskjellen ikke er kjønnsbetinget, men at den skyldes en tilfeldig begunstigelse av huntrærne ved at de to antatte kloner her ligger over gjennomsnittet, mens hanklonene kanskje ligger under. For å få klarlagt spørsmålet sikkert, må det derfor flere slike flater til.

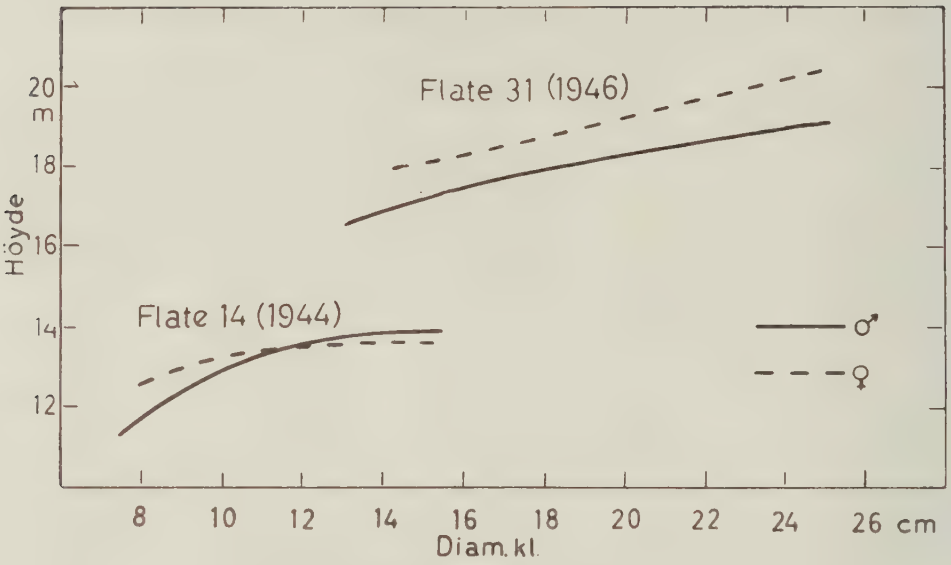


Fig. 2. Høydekurver for han- og huntrær.

Den sikreste måten å studere veksten hos han- og huntrær på, vil være å følge de fremtidige bestand som er oppstått av frø. Ingeniør F. H. Frølichs Fond har endel slike plantefelter rundt omkring i det sydlige Norge, men disse er ennå for unge til at en der kan gjøre undersøkelser. En må jo ihvertfall vente til trærne har begynt å blomstre, slik at en kan bestemme kjønnet. Såvidt jeg har kunnet finne, har vi ingen andre ytre kjennemerker som tilkjennegir kjønnet, enn blomstene.

Det er lite en kan finne om kjønnsdimorfi hos osp i litteraturen. Den amerikanske Populus-forsker Scott S. Pauley har imidlertid i et par artikler vært inne på spørsmålet (Pauley 1948, 1949). Pauley nevner at han i 1947 i samarbeid med dr. Helge Johnsson fra Föreningen för Växtförädling av Skogsträd på Ekebo i Skåne valgte ut 76 kloner av Populus i Nord-Amerika. De omfattet disse arter: *tremuloides, grandidentata, tacamahaca, trichocarpa* og *deltoides.*

Disse 76 kloner ble uttatt til foredlingsformål, og en la størst vekt på kraftig vekst, god sunnhetstilstand og god stammeform. Det viste seg da kjønnet på disse 76 klonene senere ble bestemt, så var det bare 18 stk. (23,7 %) som var hunkloner. Resten var altså hanlige. Pauley antyder da at det med bakgrunn i dette resultat ligger nær å slutte at hantrærne er mer vekstkraftige enn huntrærne. Imidlertid kan man ikke, som for øvrig også Pauley understreker, si noe helt sikkert. Det har nemlig vist seg ved tidligere undersøkelser at hantrærne

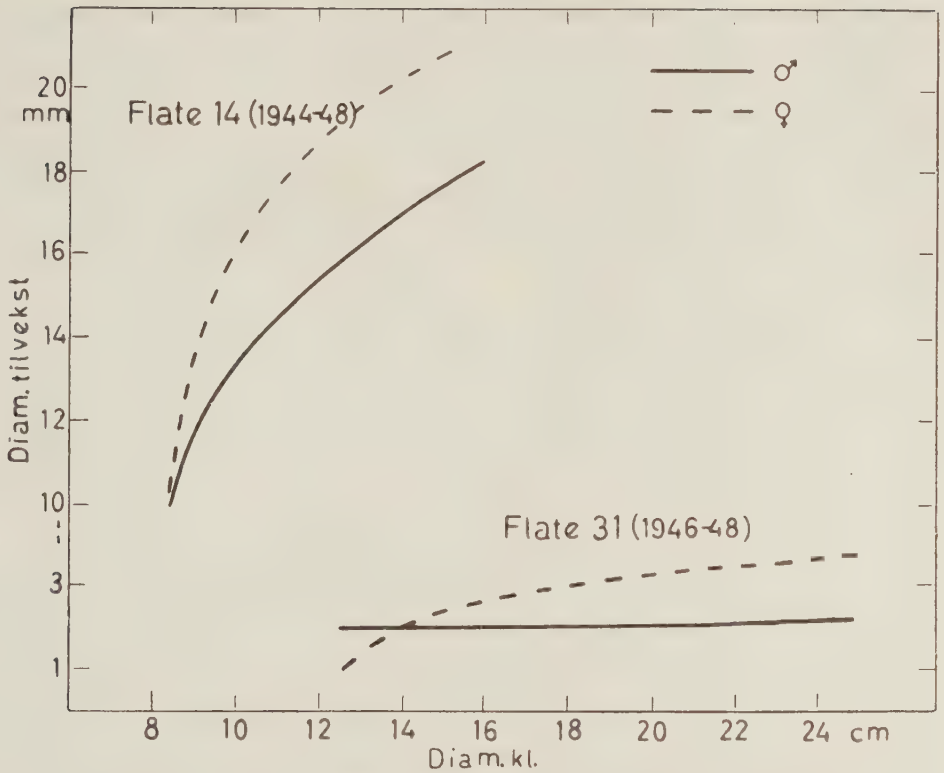


Fig. 3. Periodisk diametertilvekst hos han- og huntrær diameterklassevis.

er overlegne i antall ute i naturen (Baker 1925, Reim 1930). Dette at hantrærne dominerer i antall har også Williamson (1913) funnet for poppel i Mississippidalen. Hvis det altså er så at hantrærne er mye mer hyppige ute i naturen, var det jo ganske rimelig at Pauley ved sin innsamling av materiale først og fremst fikk med hantrær selv om det ikke er noen forskjell i veksten. På den annen side kan det også være slik at selv om han- og hunplanter fra starten er like hyppige, så kan hantrærne være i besiddelse av egenskaper som gjør dem mer konkurransedyktige i den første tiden — f. eks. nettopp større vekstkraft — og at det i første rekke blir hantrær som lever opp.

Det ser altså ut til at de resultater Pauley er kommet til, stemmer dårlig med de par eksempler som er referert ovenfor hvor huntrærne syntes å vokse best. Pauley understreker at hans materiale ikke gir grunnlag for endelige slutninger, men han heller til den oppfatning at det er en korrelasjon mellom kjønn og vekst, slik at hantrærne er de mest vekstkraftige.

Pauley sier at han for sin hypotese om at hantrærne vokser bedre,

har god støtte i HOUTZAGERS (1937) som nevner at av de 8 mest vanlige popler i Holland er det bare 2 som er hunkloner.

Stort sett må en vel også si at det innenfor de egentlige poppelarter i første rekke er hantrærne som utmerker seg ved sin dyrkningsverdi. SYRACH LARSEN (1937) undersøkte en rekke gråpopler *(Populus canescens)* ved Vinderød Skov, nord for Fredriksverk. Han fant at alle trær var hantrær, unntatt ett, og dette var betydelig mindre og hadde en annen kroneform enn hantrærne. Videre meddeler Syrach Larsen at han også har undersøkt andre store gråpopler og de har alle vært hantrær. Syrach Larsen nevner også et annet interessant eksempel, nemlig planting av den vestamerikanske balsampoppel *(Populus trichocarpa)*. Ved kultur av denne i Sverige har man fått meget godt resultat, men derimot dårlig ved Wörlitz i Tyskland, og dette mener han kan forklares ved at man i første tilfelle har kultivert hanplanter, i det annet tilfelle hunplanter.

Flere av de mest verdifulle svartpoppelhybrider som dyrkes i mellomeuropeisk poppelskogbruk, er også hantrær. Det gjelder f. eks. *Populus serotina* og *Populus Eugenei*. Den velkjente *Populus robusta* finnes også bare som hantre. Derimot har man av *Populus gelrica*, som dyrkes svært mye i Holland, både han- og huntrær. *Populus regenerata*, som er svært utsatt for kreft og lite å anbefale, er et huntre. Et annet eksempel hvor kjønnet spiller en rolle ved poppeldyrking, er *Populus berolinensis*, som er en hybrid hvor balsampoppel og svartpoppel går inn. *Berolinensis* er også hantre. Videre kan nevnes pyramidepoppel, *Populus nigra var. italica*, hvor det så godt som utelukkende er hanplanter som brukes i kultur. Det er hanplantene som har den ettertraktede typiske søyleform mens hunplantene er mer bredkronet.

Når huntrærne er mindre brukt i poppelproduksjon, f. eks. som gatetrær og trær i nærheten av eiendommene, kan det også delvis bero på at den store frøullsproduksjonen hos huntrærne rett og slett kan være sjenerende for sine omgivelser.

I denne forbindelse kan det også være verdt å nevne undersøkelser og iakttakelser som er gjort innenfor andre særbuslekter. Vi har jo f. eks. einer *(Juniperus communis)*. SYRACH LARSEN (1937) har på 2 steder i Danmark foretatt målinger på han- og hunplanter. Han har regnet ut forholdet mellom diameter og høyde, og i begge tilfelle funnet at dette er større for hunplanter enn for hanplanter. Han fikk forholdstallene 1,52 og 1,56 for hunplanter og tilsvarende 1,21 og 1,40 for hanplanter. Hunplantene er forholdsvis bredkronete mens hannene er slankere. Det er samme forhold som vi har hos pyramide-

poppel. Likeledes nevner Pauley at Houtzagers har anført at plantet ask i Holland har vist at hantrær generelt vokser bedre og rettere enn huntrærne. Hos ask har man riktignok ikke rene han- og huntrær, men trærne kan være mer eller mindre preget av det ene kjønn. Correns (1928) anfører at hos *Ginkgo biloba* og *Taxus baccata* synes hanlige eksemplarer gjennomgående å være de største, likesom det hos disse arter kan konstateres også andre sekundære kjønnskarakterer. Grier (1917) har likeledes beskrevet korrelasjonen mellom kjønn og vekstform hos *Ginkgo*.

På den annen side kan her nevnes at Sylvén (1916) som har undersøkt furu, har funnet at de såkalte huntrær er mer smalkronet. Hos furu, som er sambu, har man jo vanligvis både han- og hunblomster på samme tre, men noen individer kan være overveiende hunlig og andre overveiende hanlig preget. Rene særbuformer kan også påtreffes.

Det kan hos osp forekomme at en har både han- og hunblomster på samme individ. Små antydninger i denne retning har vi observert under arbeidet med foredling av osp, men det er sjelden. Syrach Larsen nevner at det er beskrevet en 7-årig plante av den amerikanske osp, *Populus tremuloides,* som hadde både han- og hunblomster. Liknende forhold har man også funnet hos andre utpregete særbuarter, som *Cephalotaxus, Taxus og Juniperus.*

Det har stor interesse å få undersøkt nærmere dette forhold om verdifulle forstlige egenskaper hos særbuarter kan være korrelert med kjønnet. Når det gjelder de egentlige poppelarter, som i overveiende grad formeres ved greinstiklinger, kan man jo direkte dra nytte av de opplysninger man har om det enkelte kjønns overlegenhet. Fullt så enkelt er det jo ikke for osp, som vanskelig lar seg formere ved greinstiklinger, men i hvert fall i mindre skala kan man jo også nå forholdsvis lett formere verdifulle individer, f. eks. en verdifull hunklon, med såkalte rotstiklinger. Denne metoden består i at en samler rotbiter av det individ en ønsker å formere, legger rotbitene i *Sphagnum* til groning og stikker i et høvelig substrat de urteaktige skudd som utvikles. Disse skuddene har forholdsvis lett for å sette røtter. Foreløpig har ikke denne formeringsmåte fått noen direkte praktisk betydning, men den anvendes i betydelig utstrekning i forsøksøyemed. Den er ikke mere komplisert enn at hvis en virkelig skulle oppnå noe betydelig ved å formere individet på den måten, så lar det seg gjennomføre også i praktisk skala.

Det kan her ligge nær å nevne eksempler fra hagebruket hvor man har forstått å dra nytte av det forhold at de to kjønn har for-

skjellig dyrkingsverdi. Således har man eksempel på at hanplanter av asparges har gitt opptil 40 % større utbytte enn hunplanter. Ved dyrking av hamp og spinat foretrekkes derimot hunplantene.

Med hensyn til kjønnsbestemmelsen sier Pauley at Blackburn og Harrison (1924) først har rapportert om en heteromorf bivalent i hanlige kloner av *Populus tremula* og *Populus nigra*. Meurman (1925) har også observert et heteromorft par hos hanner av forskjellige poppelarter og konkluderer med at kjønnet i *Populus* er bestemt av en XY-mekanisme på samme måten som det er vanlig hos de fleste dyr.

Ola Børset

Litteratur.

Baker, F. S. (1925): Aspen in the central Rocky Mountain region. U.S. Dept. Agr., Bull. 1291.

Blackburn, K. and Harrison, I. W. H. (1924): A preliminary account of the chromosome behaviour in the Salicaceae. Ann. Bot. 38, pp. 361–378.

Correns, C. (1928): Bestimmung, Vererbung und Verteilung des Geschlechtes bei den höheren Pflanzen.

Grier, N. M. (1917): Sexual dimorphism and variation in *Ginkgo biloba*. Torreya 17, p. 225.

Houtzagers, G. (1941): Die Gattung *Populus* und ihre forstliche Bedeutung. Hannover.

Meurman, O. (1925): On the chromosome behavior of some dioecious plants and their relatives with special referance to sex chromosomes. Soc. Sci. Fennica. Comm. Biol. 2, No. 3.

Pauley, S. S. (1948): Sex and vigor in *Populus*. Science 108, pp. 302–303.

— (1949): Forest-Tree Genetics Research: *Populus L.* Econ. Bot. pp. 318–320.

Reim, P. (1930): Haava paljunemis-bioloogia. Referat: Die Vermehrungsbiologie der Aspe. Mitt. d. Forstw. Abt. d. Univ. Tartu. Nr. 16.

Syrach larsen, C. (1937): The employment of species, types and individuals in forestry. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Aarsskrift pp. 69–222.

Sylvén, N. (1916): De svenska skogsträden. I. Barrträden. Stockholm.

Williamson, A. W. (1913): Cottonwood in the Mississippi Valley. Bul. U.S. Dept. Agric. No. 24.

Growth of male and female aspen trees.

Sexual dimorphism is well known in several dioecious tree species, among them *Juniperus communis* and *Taxus baccata*. In the genus *Populus* this fact is of silvicultural importance in certain

species, because some desirable forest qualities are correlated with the sex. Thus some of the most famous hybrids are males, propagated from male clones by cuttings, e.g. *Populus robusta* and *P. serotina.*

In order to examine if valuable forest properties might be sex-linked also in aspen *(P. tremula),* the male and female trees of 2 aspen plots in Southern Norway have been compared. It seems that until now the female individuals distinguish themselves by the most rapid growth, but as each sex is most likely represented by one clone only at each plot, comparision is not very reliable. Further investigations are necessary in plantations founded on seedlings.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

H. H. H. HEIBERG

Fremmede bartrær i skogbruket på Østlandet

Foreign Conifers in the Forestry of Eastern Norway

I naturskogene over Øst-Norge gir vår hjemlige gran og furu ved riktig pleie en rimelig god ydelse av utmerket kvalitet. De er begge hårdføre treslag og de er stort sett forskånet mot ødeleggende herjinger av soppsykdommer og insekter, og de forynger seg villig naturlig.

Treforedlingsindustrien er tilpasset våre egne treslag. Den norske treforedlingsindustri tar sikte på verdensmarkedet og er derfor følsom overfor endringer i kvalitet. Nye treslag med andre råstoffegenskaper bør derfor kunne dyrkes over større områder om de skal danne grunnlaget for produksjon av ensartete varekvaliteter. Da det med vår viten i dag ikke er sannsynlig at vi skulle finne andre treslag som i større målestokk vil slå ut våre egne som leverandører til vår masseindustri, må fremmede massetreslag som vi eventuelt dyrker ligge så nær oppunder våre egne i kvalitet at tømmeret uten videre kan blandes. Vår sagbruksindustri arbeider for tiden hovedsakelig på hjemmemarkedet. Her er det større chanser for at andre treslag med gode kvalitetsegenskaper etter hvert kan arbeide seg inn til bestemte formål, f. eks. lerk og douglas.

For omsetningen av skogsprodukter er det en fordel å arbeide med så få treslag som mulig. Det er derfor ikke tilstrekkelig at innførte treslag er likeverdige med våre egne. Skal dyrkingen av dem være berettiget bør de ha egenskaper som i visse henseender er våre egne overlegne, f. eks. i masseproduksjon, kvalitet, sykdomsresistens eller hårdførhet.

Forholdene er anderledes i de store skogreisningsstrøkene i Nordvest-Europa, på De britiske øyer, i Danmark, Nordvest-Tyskland, Nederlandene og Vest-Norge. Bortsett fra noen spredte forekomster av naturlig gran i Vest-Norge, er furuen det eneste naturlige forekommende kommersielle bartre i disse strøkene. Selv om det opprinnelig kontinentale treslag *Pinus silvestris* på sin vandring vestover etter istiden har utdannet klimaraser som har tilpasset seg kystklimaet, er denne tilpasningen fra et forstlig synspunkt ufullstendig. Kvaliteten av furuskogen avtar temmelig regelmessig etter hvert som vi beveger

oss fra innlandet og utover mot kysten. Det er derfor helt naturlig at man i disse strøk har prøvd å finne andre treslag som kan erstatte de hjemlige. Granen fra Mellom-Europa er blitt det nye hovedtreslaget i Danmark og over store deler av Nord-Tyskland. I Vest-Norge brukes både øst-norsk og tysk gran. I de enda mere atlantisk betonte klimaområder har man sett seg om etter treslag som er bedre tilpasset kystklimaet enn vanlig gran. Slike treslag har man funnet på Stillehavskysten, der klimaet i mange henseender er svært likt Vest-Europas. I dag er sitkagranen *(Picea sitchensis)* hovedtreslaget i Skottland, og over hele Nordvest-Europa brukes også andre vestamerikanske treslag som *Abies grandis, Pinus contorta* og *Pseudotsuga taxifolia.* Ved siden av disse har den japanske lerken *(Larix leptolepis)* etter hvert vunnet i betydning.

Til det mere kontinentalt pregete Øst-Norge kan fremmede treslag enten hentes fra det store nordlige skogområdet som strekker seg cirkumpolært fra Skandinavia gjennom Rusland og Sibir og fortsetter gjennom Alaska og Canada fram til Atlanterhavet, eller fra fjellkjedestrøk sør for dette området, der bartrærne forekommer som rester av større sammenhengende tertiære floraområder eller som senere innvandrere.

Det nordlige barskogområdet er begrenset av tundraer mot nord og av naturlig lauvskog eller stepper og prærier mot sør. I Vest-Europa og i Øst-Amerika er det naturlig lauvskog som danner sørgrensen. I Øst-Europa, Central-Asia og i det indre Canada er det stepper og prærier. Bare der det finnes nord-sørgående fjellkjeder er det sammenhengende barskoger mellom den boreale barskogen og de sørlige fjellkjedestrøk, f. eks. langs Rocky Mountains og i Øst-Asia.

For å finne frem til treslag som passer for vårt klima er det naturlig å søke til de områder som har et noenlunde tilsvarende vekstklima til vårt eget. Men slike klimasammenligninger må gjøres med alt mulig forbehold. Erfaring og forsøk har vist at alt for store ulikheter i klima eller klimatype gjør det vanskelig å overføre treslag fra et distrikt til et annet. Typiske kontinentale floraelementer lar seg sjelden omplante i et kystklima, og planter fra varmere strøk kan ikke vokse i nordlige og kjølige klimastrøk.

Men ellers gir overføring av treslag fra ett område til et annet nok av eksempler på at tilsynelatende ulikheter i klima ikke trenger være noe avgjørende hinder.

Det er også eksempler på at treslag fra tilsynelatende ensartete klimatiske forhold ikke trives ved overflytting.

Dette kommer vel til dels av at egenskaper ved vekstklimaet som har stor biologisk betydning ikke er tilstrekkelig klarlagt, og at viktige forskjeller derfor unngår vår oppmerksomhet. Delvis kommer det også av at ikke alle treslag er like følsomme overfor flytning fra et område til et annet. Endelig kan det være andre ting enn klimaforskjellen som avgjør om overflyttingen fra ett område til et annet blir vellykket, f. eks. resistens mot sykdommer i nye områder. Den serbiske granen, *Picea omorica* som vokser innen et meget begrenset område i sitt hjemland, Jugoslavia, har f. eks. vist seg fullt hårdfør og frisk ved omplanting til Finnland (Excursion Guide 1949). Samtidig er den også endel brukt i skogreisningsarbeidet på torvmarker på den skotske vestkyst, under de kanskje mest utpregete atlantiske klimaforhold vi har i Europa. Den serbiske granen er derfor et eksempel på en plante som synes å være meget elastisk i sine krav. Omkring århundreskiftet ble det brukt endel furu av skotsk opprinnelse på Vestlandet. Den vokste godt til å begynne med, men har senere vist seg å være en skuffelse, og er bl. a. ofte angrepet av rotråte *(Fomes annosus)*. Her har vi et eksempel på en plante som er meget ømfintlig mot flytninger til andre klimaforhold, selv om forskjellen i klimatype er liten. Etter hvert er det klarlagt ved forsøk at de fleste to- og trenålete furuarter er særlig ømtålige mot flytning. Sitkagranen er i sitt hjemland tilpaset en lang veksttid, stor nedbør og stor luftfuktighet. I de nedbørrikeste strøk av Danmark har den vist svære tilveksttall. Hvis den blir plantet i de nedbørfattige områder vokser den også godt, forutsatt at det ikke er for langt til grunnvannet, men det har da vist seg at den ofte er utsatt for ødeleggende insektangrep. Ett av de mest kjente eksempler på en uheldig overflytting er bruken av Weymouthfuru *(Pinus strobus)* i Mellom-Europa. Denne var lenge et av de mest lovende fremmede treslag i Syd-Tyskland og Sveits. På en eller annen måte ble blærerusten, *Cronartium ribicola* overført med cembrafuru fra Sibir til Mellom-Europa. Blærerusten som er vertskiftende med *Ribes*-arter herjet som en epidemi på Weymouthfuruen og gjorde praktisk talt slutt på dyrkningen av den. Men hva verre var, med planter fra Mellom-Europa ble blærerusten overført til Amerika og bredte seg over hele kontinentet og ble en svøpe for alle de femnålete furuartene i Nord-Amerika. I dag er det en av de viktigste foredlingsformålene å skaffe resistente raser av de to verdifulle femnålete furuarter i Nord-Amerika, *P. strobus* og *P. monticola*. Dette er et eksempel på treslag som blir utsatt for en ny sykdom det ikke har noen ervervet resistens mot.

På grunn av slike og andre overraskelser i positiv og negativ ret-

ning vil en sammenligning av klimaområder mest tjene til en første grovsortering. Ingen teoretiske overlegninger kan erstatte en inngående prøving på stedet over lengre tidsrom, både for å fange inn de klimasvingninger som kan forekomme, og for at treslaget kan bli prøvd i de forskjellige faser av sin utvikling. Negative utfall av forsøk med fremmede treslag behøver ikke bety at vedkommende art er ubrukelig. Årsakene kan være feilaktig rase, feilaktig kultur, uheldig valg av jordbunn eller andre uhell.

Det kan her ikke understrekes sterkt nok at forsøk med fremmede treslag inneholder to helt forskjellige problemer, nemlig å finne frem til en art eller rase som trives i det nye klima, og å finne fram til den riktige plass i skogen, dvs. riktig bonitet og jordart og kulturmåte, f. eks. under skjerm eller på åpne flater. Med våre egne treslag, gran og furu, har forstmennene nytten av lang erfaring og egen praksis. Dette er i regelen tilstrekkelig til å unngå grove feil som f. eks. å dyrke gran på furumark eller å plante furu på god granmark. Nye treslag som man ikke kjenner kravene til, kan derimot lett bli plasert på steder som ikke passer for dem.

Det er nevnt ovenfor at fremmede treslag som passer for Øst-Norge enten må hentes fra det boreale barskogbeltet eller fra sønnenforliggende mere eller mindre isolerte fjellområder. De nordlige barskogene er overalt — med unntagelse av i det vestlige Canada og Alaska — preget av et mere kontinentalt klima enn det vi har i Øst-Norge. Ved overflytning fra et kontinentalt klima til et mere maritimt risikerer man at trærne kommer til å lide av tidligfrost om våren. Våren kommer som en brå overgang fra vinter til sommer i typiske innlandsstrøk, mens den hos oss kan være langvarig med avbrutte frostperioder. Det kan da inntreffe det tilsynelatende paradoksale at en innlandsart som *Abies sibirica* lider sterkt av vårfrost over det indre østland, f. eks. i Stange Prestegårdskog, mens den greier seg bedre i mildere kyststrøk, f. eks. i Trondhjems bymark og rundt Steinkjer. I parken på Eidsvold Værk står det noen store eksemplarer av sibirisk edelgran som ikke er frostskadet. Disse parktrærne må antagelig stamme fra høyereliggende skog, for de har en sterk tilbøyelighet til å sette senkere, noe som PRINTZ (1921) har iakttatt i den subalpine taiga i Sayansk-fjellene mellom Sibir og Mongoliet. Den sibiriske lerk lider til vanlig sterkt av vårfrost i Tyskland, mens de provenienser som har vært brukt her i landet oftest har klart seg godt hos oss.

Hvitgranen som har vært vanlig plantet, dels som prydtre over Østlandet og dels som pionertre på kysten, er også et utpreget konti-

nentalt treslag som en ofte ser skadet av vårfrost. Den proveniens av hvitgran som mest har vært plantet hos oss stammer antagelig fra provinsen Quebec, en proveniens som er for sørlig og innlandspreget selv for det norske østland. I Mustila i Finnland er det plantet bestand av hvitgran fra Vest-Canada, like øst for Rocky Mountains, og de viser der betydelig bedre vekst og utvikling enn annen hvitgran. Klimaet i Mustila er svært likt det omkring Kongsvinger. Dette eksempel viser at også blant de kontinentale treslag kan det være mulig å finne passende provenienser, selv hos treslag som har vært ganske alminnelig plantet og som er kommet i vanry fordi man ikke har tatt hensyn til avstamningen.

Bortsett fra sibirisk lerk stammer omtrent alle de andre bartrær som blir plantet her i landet fra sørlige fjellkjedestrøk. Vi behøver bare tenke på «tysk gran» som er hentet fra de høyereligende skogåser i Mellom-Europa, Harz, Schwarzwald, Karpatene og andre steder. Også europeisk lerk kommer fra Alpene eller fra mellomeuropeisk fjellskog nordøst for de sveitsiske Alper. De nærmeste stedene for naturlig forekommende europeisk edelgran er Schwarzwald og Vogesene. Edelgranen er heller ikke noe lavlandstre i Mellom-Europa.

Det nordlige barskogområdet ligger praktisk talt i sin helhet på mark som enten har vært nediset under den siste istiden, eller bestått av skogbar tundra. Skogen er derfor forholdsvis nylig innvandret og kan høyst være 8—10 tusen år gammel. Pionertreslagene som furu og bjørk er de eldste, mens gran- og edelgranartene og andre klimakstrær oftest er flere tusen år yngre. Klimaet i postglasial tid har heller ikke vært konstant. I den boreale varmeperiode kort tid etter at isen var forsvunnet fra Skandinavia var klimaet således betydelig tørrere og varmere enn nåtidens.

I et så kort tidsrom og under vekslende klimatiske forhold, kan en ikke vente at de stedegne treslag overalt har oppnådd den optimale tilpasning til rådende klimaforhold. Det er derfor ikke gitt at de naturlige treslag alltid er de beste for stedet.

I nordiske proveniensforsøk viser mellomeuropeisk gran ujevnere vekst enn stedegen gran, med enkelte individer som er mere hurtigvoksende enn våre egne og andre som er dårligere. Denne ujevnheten er mere fremtredende jo lenger sørfra materialet stammer. Det er videre kjent fra proveniensforsøkene at sørlige raser som er tilpasset lengre veksttid, også her i Norden vil fortsette å vokse lenger utover sommeren. Til gjengjeld er de mere utsatt for tidligfrost. De individer som avslutter sin vekst så tidlig at de ikke blir skadet i en tidlig høst, vil gjerne vokse bedre enn stedegent materiale, mens de som

blir frostskadet blir dårligere enn gjennomsnittet. For vekstforedlere som søker materiale med stor variasjonsvidde, skulle det være visse muligheter med utvalg i sørlige raser. Det praktiske skogbruk må legge endel vekt på jevnheten og den sikkerheten som ligger i å arbeide med fullstendig hårdført materiale, og må derfor være noe forsiktigere. For tiden er vi inne i en klimatisk gunstig periode. Hvis denne vil fortsette kan det være adskillig å vinne ved bruk av sørligere provenienser. Samtidig må man ta med i beregningen risikoen for et klimatisk tilbakeslag. At skogtrærne er mest frostømfintlige i ung alder, bidrar til å minske denne risikoen.

Treslag som skal brukes til planting i høyereliggende strøk østafjells kan også hentes fra alpine områder lenger sør, eller fra fjellskog eller ekstremt nordlige voksesteder i det nordlige barskogområde. En del mislykkete spredte plantinger hos oss av *Picea engelmanni* og *P. pungens* fra skoggrenseområder langt sør i Rocky Mountains viser at også når det gjelder alpine provenienser spiller overensstemmelse i klimatype en stor rolle. Vegetasjonstidens lengde ved skoggrensen er ikke så meget forskjellig selv om man går langt sørover, men sommervarmen er mere intens på sørlige breddegrader.

Hos oss er det regelen at vi har et subalpint bjørkebelte over barskogen. En unntagelse fra denne regelen er ekstremt tørre strøk øst for Jotunheimen, f. eks. i Vågå, der en kan se at furuskogen danner overgangen mellom skog og snaufjell. Hverken i de relativt humide trakter i fjellskogen i British Columbia og Alaska, eller i det kontinentale indre Sibir (Printz 1921, s. 61) finner man en overgangssone av lauvskog mot fjellet. Det er meget tvilsomt om dette kan tolkes dithen at man andre steder har hårdførere bartreslag enn vi har. Årsaken kan være at man i Vest-Amerika mangler hårdføre, treformete lauvtrær, og at det tørre klimaet i Sibir begunstiger barskogen. For treslag i fjellskogen spiller hårdførheten og evnen til naturlig formering med frø eller senkere større rolle enn kvaliteten. En skal likevel være oppmerksom på faren ved f. eks. å innføre et hårdført treslag av dårlig kvalitet som f. eks. *Abies lasiocarpa* fra Vest-Amerika. Om man skulle finne en proveniens som er like villig til å frø seg i vårt land som på hjemstedet, kan den bli en plage for nedenforliggende, verdifullere skog av våre egne treslag (Heiberg 1952, s. 23).

Det er sannsynlig at skogområder i sterkt kupert terreng med dype daler og lange bratte lier vil gi opphav til mere blandete populasjoner enn skoger i flatt landskap. Dette skyldes at der i områder med store høydeforskjeller vil danne seg høydeprovenienser, noe som

er påvist omtrent overalt der forsøk er utlagt av slikt materiale. I bratte lier vil frøet fra høydeproveniensene blandes og der er også chanser for en viss krysspollinering. Denne naturlige blanding av forskjellige klimaraser vil gi populasjonene større variasjonsvidde, og frø fra slike strøk skulle således gi et ujevnere materiale, men med større chanser for tilpasning gjennom utvalg i nye områder.

I moderne vekstforedling blir det lagt stor vekt på krysningsforedlingen, og denne har jo allerede i noen tilfelle ført til positive resultater, som f. eks. når det gjelder hybridlerkene, hybridospene og visse poppelkloner.

Også naturlige krysninger kan forekomme, der raser eller nærstående arter som lenge har vært adskilt, igjen støter sammen under utvidelsen av sitt vokseområde. Slik naturlige krysninger er kjent fra vårt land f. eks. i slekten *Salix* og i eik.

Det er vanskelig å iaktta krysningsfrodighet i naturlige hybridsvermer. I de grensestrøkene der to interfertile treslag støter sammen vil populasjonene dels bestå av de rene arter, dels av første generasjons krysninger og dels av mere eller mindre uregelmessige tilbakekrysninger som skaper en sterkt blandet populasjon. Det er særlig de eksperimentelt frembragte F_1krysninger som har vist tydelig heterosis.

Av slike naturlige krysningspopulasjoner kan nevnes krysning mellom hvitgran og sitkagran der disse støter sammen på Kenaihalvøya i Alaska (Heiberg 1951), eller krysninger mellom den østlige *Pinus banksiana* og den vestlige *P. contorta* øst for Rocky Mountains i Canada og krysningene mellom *Picea engelmanni* og *P. glauca* i den sørlige delen av British Columbia (Wright 1955). Frø fra slike strøk der to interfertile arter møtes gir da opphavet til sterkt variable populasjoner som gir muligheter for utvalg.

I Nordvest-Europas skogreisningsstrøk har som nevnt mange fremmede treslag vært brukt gjennom lengre tidsrom. Innføringen av fremmede treslag har foregått både mere tilfeldig av interesserte og nysjerrige forstmenn og skogeiere og systematisk gjennom forsøksstasjonene. Etter hvert har erfaringer og forsøk samlet seg om relativt få treslag som nå er i alminnelig bruk og har fått hjemstavnsrett i skogbruket.

Selv om en kan si at erfaringer med tilfeldige prøver er sløsing med tid og penger sammenlignet med en systematisk prøving, kan vi ikke komme bort fra at mange av de tidligste tilfeldige plantningene har økt erfaringsmaterialet og skaffet grunnlag for senere nøyaktige registreringer. Skogreisningsarbeidet i denne delen av verden hadde

ikke nådd så langt i dag uten at praktisk erfaring hadde arbeidet ved siden av forsøkene.

Over østlandet har det også foregått endel tilfeldig innplanting av fremmede treslag. Og forsøksvirksomheten på dette felt har vært liten. Derfor er det viktigste materiale vi har å bygge på i dag ikke sammenlignende og systematiske forsøk, men erfaringer fra spredte plantninger. Dette materiale er ennå lite nyttet. De fleste litt større plantninger er registrert, men lite er bearbeidet og publisert.

Blandt viktigere plantninger kan nevnes:

I Norges Landbrukshøgskoles skog på Ås lot professor Agnar Barth plante mindre bestand av en rekke forskjellige treslag. Særlig kan en fremheve to vellykkete plantninger av hemlock, *Tsuga heterophylla* av kjent proveniens, en liten plantning av *Thuja plicata,* og mindre bestand av japansk, europeisk og sibirisk lerk, *Pinus contorta,* vanlig edelgran *(Abies alba), Abies grandis* og *A. sibirica.* Der finnes også sjeldnere treslag som *Picea jezoensis* fra Øst-Asia. I Høgskolens park er det også innplantet enkelttrær eller små grupper av forskjellige bartrær, sjeldne og mindre sjeldne, men her er proveniensen stort sett ukjent.

I Stange Prestegårdskog finnes der eldre plantninger av lerk og balsamgran og i senere tid har Agnar Barth plantet to provenienser av europeisk lerk, noe sibirisk lerk, *Abies procera, A. alba, A. sibirica, A. nordmanniana, A. lasiocarpa* og *Pinus contorta.*

Norges Statsbaner har et større antall lerkeplantninger av europeisk og sibirisk lerk spredt langs jernbanelinjene over det indre østland.

På Videnskapsselskapets gård Tømte i Hurdal (Gran 1945) er der fra ca. 1912 plantet en del fremmede treslag. Disse er for det meste kjøpt fra Ranviks planteskole, Hälsingborg, og proveniensene er det ikke mulig å oppspore. Blandt de mere sjeldne ting på Tømte må nevnes *Abies sachalinensis.*

Foruten de her nevnte plantninger finnes det spredt i statsskoger og private skoger, i parker og hager ikke så lite fremmede treslag av lerk, cembrafuru, vanlig edelgran, balsamgran og sibirisk edelgran m. fl.

I Øst-Norge som har et ordnet skogbruk med tilfredsstillende treslag ville det være mere økonomisk om videre virksomhet med prøving av fremmede treslag mest mulig ble utført på forsøksmessig basis. Arbeidet kan derved systematiseres og man kan trekke de samme eller skarpere slutninger på en brøkdel av det materiale som man måtte bruke om problemene skulle løses gjennom spredte plantninger.

I det videre arbeid med fremmede treslag for Øst-Norge bør en derfor først søke å utnytte det erfaringsmateriale som ligger i allerede utførte plantninger. De positive resultater man kommer frem til kan vise oss både tilnærmet produksjon og sunnhetstilstand hos en del av treslagene, f. eks. hos europeisk og sibirisk lerk, og det vil da også være mulig å velge ut de beste bestand til fremtidig frøavl. På grunnlag av de negative resultater kan en sjalte ut enkelte treslag og raser fra videre prøving.

Den fortsatte prøving av fremmede treslag bør helst skje i direkte samband med den organiserte skogforskning, og forsøkene bør fortrinnsvis anlegges som sammenlignende forsøk, dels mellom forskjellige provenienser og dels mellom de fremmede treslag og våre egne.

En av de største vanskeligheter i dette arbeidet er alle de stengte landegrenser og innviklete valutabestemmelser som gjør det tungvint å skaffe frø, og hindrer en systematisk innsamling. En må ofte ta til takke med små frøpartier av enkelte provenienser der større partier med hele serier av klimaraser kunne bragt oss adskillig fortere mot målet. Gjennom internasjonalt samarbeid burde det imidlertid være mulig å løse denne siden av oppgaven på en enklere måte enn hittil.

Hvor mange bartreslag som kan vokse hos oss kan bare bli gjenstand for gjetninger. Noen holdepunkter får vi når Sylvén (1945) nevner ca. 70 arter som er hårdføre i Sverige. I Mustila Arboretum (Excursion Guide 1949) er der i ekskursjonslederen nevnt ca. 50 bartrær, men antallet er betydelig større, da ikke alle arter er med i fortegnelsen.

En kan nok regne med at minst hundre forskjellige nåletrær kan vokse i området mellom Østfold og Røros, selv om bare en brøkdel av dem har noen chanse til å få betydning ved siden av våre egne.

Så lenge de eksisterende plantninger av fremmede treslag over Østlandet ikke har vært gjenstand for en ordentlig bearbeidelse, har det liten hensikt å regne opp de treslag som kan ha muligheter for å vokse og trives i vårt land. I den kjente håndbok av Schenck (1939) er omtalt alle de fremmede treslag som kan tenkes å vokse i Tyskland. Det innbefatter også de arter som har muligheter i Norge, bortsett fra vanlig edelgran og europeisk lerk som ikke er fremmede treslag i Tyskland og som derfor ikke er tatt med i håndboken.

Det fortelles at nåværende eier av Mustila Arboretum, godseier C. G. Tigerstedt ble spurt om han på grunnlag av sitt store kjennskap og lange erfaring kunne si hvilke treslag som egnet seg best for Finnland og svaret ble: *Pinus silvestris, Picea abies* og *Betula verrucosa*. I ekskursjonlederen for Mustila for 1949 er det nevnt som

en erfaring fra arboretet at det er tvilsomt om noen av de fremmede treslag vil få økonomisk betydning i det skogdekkete Finnland. Lerken, særlig den sibiriske er nevnt som den mest lovende av de fremmede treslag, og denne er jo heller ikke så fremmed i Finnland da den naturlige utbredelse av den europeiske form av den sibiriske lerk, *Larix sukaczewii* nesten når fram til Onegasjøen, ikke langt fra den gamle finske grensen i Karelen.

Hos oss, som har et noe gunstigere og mere vekslende klima enn Finnlands, skulle muligheten være noe større. Men selv om det skulle vise seg at rene arter av fremmede treslag ikke ville slå ut våre egne, skal vi ikke glemme at fremtidens vekstforedling i stor utstrekning vil nytte seg av kunstige krysninger, og levende arkiv av forskjellige arter og provenienser av fremmede treslag vil derfor kunne få stor betydning i foredlingsarbeidet.

Fremmede treslag i hager og parker har sin egne estetiske og kulturelle betydning som det imidlertid ligger utenfor rammen av denne artikkel å behandle.

Hans H. Heiberg.

Litteratur.

Excursion Guide for Mustila Arboretum. III World Forestry Congress. 1949. (Stensilert.)

Gran, H. H.: Minner fra Tømte. Trykt som manuskript. Oslo. 1945.

Heiberg, H. H. H.: Inntrykk fra Nord-Amerikas skogbruk. Faglig hjelp under Marshallplanen. Oslo 1952.

Printz, Henrik: The Vegetation of The Siberian-Mongolian Frontiers (The Sayansk Region). Trondhjem 1921.

Schenck, C. A.: Fremdländishe Wald- und Parkbäume. Berlin 1939.

Sylvén, Nils: Härdigheten hos barrträden i våra parkar och planteringar. Lustgården 1944–45. Sth. 1945.

Wright, Johathan W.: Species Crossability in Spruce in Relation to Distribution and Taxonomy. Forest Science. Vol. 1. No. 4. 1955.

English summary.

Foreign Conifers in the Forestry of Eastern Norway.

The only native coniferous forest trees in Norway, Norway Spruce and Scots Pine are present in more or less well-known and well-defined climatic and geographical races all over Eastern Norway.

They seem well adapted to the natural conditions, and they are seldom attacked by major diseases and insect pests, although insect plagues have occasionally caused considerable local damage.

The pulp and saw mill industry are based upon the native conifers, and by giving them the proper silvicultural treatment it is posible to grow these trees to the qualities desired for the industry in question.

An introduction of exotic conifers must therefore be justified by some particular advantages over the native trees.

Planned experiments with foreign trees are very rare. No provenance trials in Eastern Norway have been published. Hence our knowledge as to the behavior of the introduced trees derives almost entirely from small scattered examples of single trees or groups of trees planted by interested foresters and landowners. There are no collections of foreign trees which may deserve the name of arboretum in Norway. The most important introductions of exotics are:

In the park and forest belonging to The Agricultural College of Norway at Ås near Oslo. Between 1920 and 1930 profesor AGNAR BARTH planted *Tsuga heterophylla, Thuja plicata, Larix leptolepis, L. europea, L. sukaczewii, Pinus contorta, Abies grandis, A. alba, A sibirica* and some other species, most of them from known seed sources.

In Stange Prestegårdskog, near the Mjøsa lake, there are older plantings of Larch and *Abies balsamea.* From about 1925, professor AGNAR BARTH made minor plantations of two different provenances of European Larch, of Siberian Larch, of *Abies procera, A. alba, A. nordmanniana, A. lasiocarpa* and of *Pinus contorta.*

On the Tømte farm in Hurdalen, also in the vicinity of the Mjøsa lake, Det Kongelige norske Videnskapsselskap, Oslo University, has planted several foreign trees, the first in 1912. The plants were mostly purchased from a Swedish nursery, but the seed origin is unknown. Several coastal conifers like *Abies grandis, Larix leptolepis* and *Taxus* have survived on this inland site. Among the more rare exotics *Abies sachalinensis* and *Picea rubens* may be worth mentioning.

Norges Statsbaner (The Norwegian Public Railways) have many minor plantations of larch along the railways in the inner part of Eastern Norway.

In addition to the plantations here mentioned, several smaller ones are to be found in public and private forests, and in parks and gardens. The larches, *Pinus cembra, Abies alba, A. balsamea* and *A. sibirica* are the most common.

Larix europea and *L. sukaczewii* have proved themselves as the most reliable forest trees. Good races of European Larch suited to the climate of Eastern Norway are a Scottish strain introduced more than one hundred years ago to the Sandvik farm, Tingvoll, Møre in Western Norway, and the Visingsø strain from an island in Vättern, Sweden. In the inland part of Eastern Norway, with a more typical continental climate, the Siberian Larch seems to show a faster growth and a better quality than the European. Most of the Siberian Larch used in this country probably originate from the Arkangelsk region, USSR.

The larches are apt to be browsed by sheep and cattle, as well as by moose and roe-deer. As forest grazing is still very common in Norway, one usually has to fence the larch plantations against domestic animals, and frequently even against deer. To this fact one must add that there is no ready market for larch timber in Norway, due to the shortage of supply. These may be the main reasons why larch is seldom planted for commercial purpose, even though it is highly probable that good strains of the larches, at least on some sites, may show a higher yield of good quality timber than the native pine.

Several other conifers could have a more or less restricted place in the foresty of Eastern Norway. The use of foreign species involves two different problems, 1: which provenance is to be used and 2: which site is to be chosen for the species or race in question. Many more experiments must be performed before exotic trees win a place in common forestry. These experiments ought to be carried ot by our organized staff of research workers. In this way results may be obtained more cheaply, and quicker than by the random introduction of foreign trees by treeloving amateurs.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

H. HOLSTENER-JØRGENSEN

Danske skov- og plantagejorders mineralogiske sammensætning

Mineral Composition of Danish Forest and Plantation Soils

Ved bedømmelsen af en jords dyrkningsværdi kan man ofte få en værdifuld støtte ved at drage den mineralogiske sammensætning med ind i overvejelserne. En stor del af de vigtige plantenæringsstoffer (fosfor, kalium, m. fl. men ikke kvælstof) frigøres i tidens løb ved forvitring fra mineralerne. Næringsniveauet og vækstbetingelserne i uforstyrrede plantesamfund er derfor præget af jordens mineralogiske sammensætning.

Tamm (1934) har temmelig indgående beskæftiget sig med svenske skovjorders mineralogiske sammensætning. Han har udarbejdet en god metode til hurtig laboratoriebestemmelse af let forvitrende og dermed værdifulde mineraler i en given jordprøve.

I korthed bygger metoden på, at de forskellige mineraler har forskellig specifik vægt. De mest værdifulde af de mineraler, som forekommer i svenske og også i danske jorder, har alle en specifik vægt, som er større end 2,680 (plagioklas, augit, glimmer, hornblende, apatit, m. fl.). De mindre værdifulde mineraler har en specifik vægt, der er mindre end 2,680 (kvarts, kalifeldspat m. fl.) I en væske med en specifik vægt på 2,680 vil de værdifulde mineraler derfor synke til bunds, og de kan på denne måde skilles fra de lette og mindre værdifulde. For at få alle tunge mineraler fraskilt, må jordprøven bestå af enkeltkorn af rene mineraler. Sammensatte korn består som regel overvejende af en mindre del af det tunge mineral og en større del af det lette, dels fordi de lette mineraler kvantitativt har overvægten, dels fordi de forvitrer langsommere. Et sammensat korn har derfor i middel en specifik vægt, der ofte er lavere end 2,680. Jo mindre kornstørrelsen i prøven er, desto større er sandsynligheden for, at alle enkeltkorn også består af rene mineraler. På den anden side må kornene ikke være for små, da de så har for lille faldhastighed, hvorved analysen bliver for tidsrøvende. *Tamm* har valgt at arbejde med en fraktion af korn mellem 0,2 mm og 0,6 mm og ved mikroskopiske undersøgelser fastslået, at enkeltkorn i praksis også er enkelt-

mineraler i denne fraktion. Som skillevæske bruger han Thoulet's væske, der er en vandig opløsning af kalium- og kviksølvjodid.

Vægtprocenten af tunge mineraler kalder Tamm *basemineralindeks*.

Metoden har bevist sin værdi ved klassificeringen af svenske sand- og grusjorder, på hvilke vækstboniteten er meget afhængig af jordens basemineralindeks.

Tamm (1940) angiver, at jorder med basemineralindeks 3 eller derunder er mineralogisk svage. Basemineralindeks på omkring 10 angives at være normalværdier i Sverige. Ved basemineralindeks på 15—20 er jorden mineralogisk meget rig, og vækstbetingelserne afhænger alene af fugtighedsforholdene.

På lerjorder har basemineralindeks mindre indikatorværdi, idet næringsniveauet i højere grad præges af lerpartiklernes kolloidkarakter med ionbytningsevne m. m. I Sverige anvender man undertiden på lerjorder et «lerbaseindeks», der er produktet af lerprocenten og basemineralindekset.

Man kunne vente, at basemineralindeks er medbestemmende for frugtbarheden på grovkornede danske jorder, for eksempel i de jyske plantager. Ved Statens forstlige Forsøgsvæsen har vi derfor i en årrække bestemt basemineralindeks i forbindelse med mekaniske analyser af mineraljorden fra forskellige plantager og skove.

Vi har benyttet Tamms metode med et par mindre modifikationer. Som skillevæske har vi brugt acetylentetrabromid fortyndet med petroleum til en specifik vægt på 2,680. For at kunne bruge standardsigter (A.S.T.) ved den mekaniske analyse har det været praktisk at foretage basemineralindeksbestemmelsen på en fraktion med kornskel 0,54—0,225 mm. Forskellen i kornskel (Tamm: 0,6—0,2 mm) er uden betydning for en sammenligning af danske og svenske resultater.

Tabel 1 viser, hvorledes basemineralindeks er for en række typiske danske lokaliteter spredt over hele landet. Alle prøverne er fra den øvre undergrund. Til karakterisering af jordarten er lerindholdet (procentisk indhold af korn mindre end 2 „) angivet for hver prøve.

I sammenligning med svenske normalværdier (basemineralindeks på 10) er de danske værdier meget lave. Selv på god morænejord (højt lerindhold) er basemineralindeks kun 5.5. De grovkornede sandaflejringer (lerindhold på 2 % og derunder) har basemineralindeks på 1,0 eller derunder. De danske sandjorder er mineralogisk meget svage. Forsøg på at finde en simpel sammenhæng mellem vækstbonitet og basemineralindeks har indtil nu ikke givet noget resultat. Betydningen af jordens mineralogiske sammensætning overskygges helt af andre jordbundsfaktorers virkning (vandkapacitet og

kvælstoftilstand f. eks.). Den mineralogiske sammensætning kan måske først få nogen indflydelse på vækstydelsen, når andre faktorer, som er i minimum, er bedret ved direkte indgreb.

I det følgende vises det, at basemineralindeks er bestemmende for jordens indhold af kalium og eventuelt forforsyre i plantetilgængelig form. Det er altså ikke helt utopisk at vente, at basemineralindeks har indflydelse på væksten.

Et af de vigtige plantenæringsstoffer, som frigøres ved forvitringen, er kalium. Hovedparten af de frigjorte kaliumioner bindes ved ionbytning til jordkolloiderne og kun en mindre del udvaskes. De fladebundne kaliumioner kan frigøres fra kolloiderne ved udbytning med en anden ion, og man regner almindeligt med, at de er fuldt plantetilgængelige.

I tabel 1 er kaliumtallet (TK) anført for hver jordprøve. TK er «mængden af ombytteligt kalium i jorden angivet i milliækvivalenter pr. 2,5 kg jord» (DAMSGAARD-SØRENSEN 1941).

I figur 1 er sammenhørende værdier af TK og lerindhold oplagt grafisk. TK er tydeligt afhængig af lerindholdet. Sammenhængen kan antages at være retliniet. DAMSGAARD-SØRENSEN (1941) fremfører, at hvis man i en årrække undlader at tilføre kalium til landbrugsafgrøder,

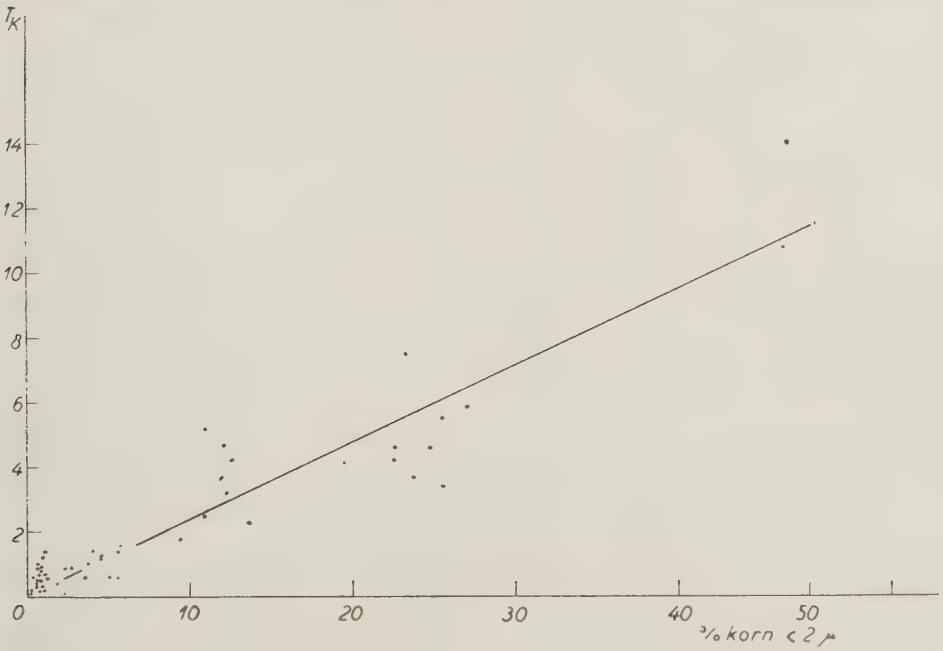


Fig. 1. Relativ mængde udbyttelig kalium (T_K) lagt op over lerindhold (% korn mindre end 2 µ). *Relative amount of exchangeable potassium (T_K) superposed the clay content (percentage of particles below 2 microns).*

Tabel 1: Oversigt over basemineralindeks, relativ mængde tilgængelig kalium (T_K) og relativ mængde tilgængelig fosfor (F_t og F_H) for undergrundsprøver med forskelligt lerindhold (pct. korn mindre end 2_μ).

Review of base-mineral indices, relative amounts of accessible potassium (T_K) and of accessible phosphor (F_t and F_H) of subsoil samples with different contents of clay (percentage of particles below 2 microns).

Lokalitet	Geologisk dannelse	Prøvens lerindhold *Clay content of sample* %	Basemineralindeks *Basemineral index*	T_K	F_t	F_H	*Geological formation*	*Locality*
Sønderjylland	moræne	48.5	1.47	14.0	1.0	1.6	*Moraine*	*South Jutland*
»	»	48.3	1.42	10.8	11.0	16.8	»	»
»	»	27.0	1.74	5.9	4.8	2.8	»	»
Nordvestjylland	»	25.5	2.36	5.5	0.8	1.0	»	*Northwest Jutland*
»	»	25.5	1.78	3.4	2.5	3.8	»	» »
Djursland, Jylland .	»	24.6	5.94	4.6	1.6	0.8	»	*Djursland, Jutland*
» » .	»	23.6	5.50	3.7	3.6	1.0	»	» »
Midtjylland	»	23.2	1.23	7.5	2.8	4.8	»	*Mid-Jutland*
Djursland, Jylland .	»	22.5	4.81	4.6	2.1	0.5	»	*Djursland, Jutland*
» » .	»	22.5	6.01	4.2	4.6	0.8	»	» »
Sønderjylland	»	19.4	4.16	4.1	0.5	0.8	»	*South Jutland*
Djursland, Jylland .	»	13.6	3.04	2.3	2.1	2.5	»	*Djursland, Jutland*
» » .	»	12.5	3.60	4.2	3.4	1.6	»	» »
Sønderjylland	»	12.2	5.45	3.2	0.4	1.0	»	*South Jutland*
Djursland, Jylland .	»	12.0	3.40	4.7	0.6	0.8	»	*Djursland, Jutland*
Midtjylland	»	11.9	0.97	3.7	1.2	2.0	»	*Mid-Jutland*
»	»	10.9	3.20	5.2	5.2	5.7	»	»
»	»	10.9	2.00	2.5	1.0	0.8	»	»
»	»	9.4	2.10	1.8	2.3	4.0	»	»
Djursland, Jylland ..	diluvialsand	6.7	0.33	–	4.5	1.4	*Diluvial sand*	*Djursland, Jutland*
» » ..	»	5.7	1.82	1.6	3.8	1.6	»	» »
Midtjylland	hedesand	5.6	1.32	0.6	0.8	1.0	*Heath sand*	*Mid-Jutland*
Djursland, Jylland .	diluvialsand	5.5	4.87	1.4	3.9	3.4	*Diluvial sand*	*Djursland, Jutland*
Nordvestjylland	»	5.0	1.38	0.6	1.1	1.6	»	*Northwest Jutland*
Sønderjylland	hedesand	4.5	2.48	1.3	2.2	2.0	*Heath sand*	*South Jutland*
Midtjylland	diluvialsand	4.5	2.31	1.2	4.8	4.6	*Diluvial sand*	*Mid-Jutland*
Djursland, Jylland .	»	4.0	1.74	1.4	4.0	5.2	»	*Djursland, Jutland*
Nordjylland	»	3.8	2.15	1.0	6.6	5.8	»	*North Jutland*
Midtjylland	hedesand	3.5	0.97	0.6	2.1	2.8	*Heath sand*	*Mid-Jutland*
Nordvestjylland	flyvesand	2.7	0.68	0.9	1.2	2.2	*Shifting sand*	*Northwest Jutland*
Sønderjylland	hedesand	2.3	0.70	0.9	1.1	0.8	*Heath sand*	*South Jutland*
Midtjylland	»	2.3	0.34	0.1	0.9	1.4	»	*Mid-Jutland*
»	»	1.9	0.58	0.4	–	–	»	»
Sønderjylland	»	1.2	0.96	0.6	1.0	1.9	»	*South Jutland*
Nordvestjylland	flyvesand	1.1	0.80	0.7	2.0	1.4	*Shifting sand*	*Northwest Jutland*
Midtjylland	hedesand	1.1	0.50	0.7	0.8	1.2	*Heath sand*	*Mid-Jutland*
Nordjylland	»	1.1	1.86	1.4	8.5	0.9	»	*North Jutland*
Djursland, Jylland .	hævet havbund	1.0	0.88	0.7	2.5	3.2	*Raised sea bed*	*Diursland, Jutland*
Midtjylland	hedesand	0.9	0.66	0.5	1.2	1.6	*Heath sand*	*Mid-Jutland*
»	»	0.9	0.26	0.3	0.9	1.2	»	»
Nordjylland	»	0.9	2.33	1.2	6.7	1.8	»	*North Jutland*
Midtjylland	»	0.8	0.58	0.2	1.0	1.6	»	*Mid-Jutland*
Djursland, Jylland .	havbund	0.8	1.23	0.8	2.5	0.8	*Raised sea bed*	*Djursland, Jutland*
» » .	hedesand	0.8	0.94	0.9	2.4	3.2	*Heath sand*	» »
Sønderjylland	»	0.8	0.45	0.5	1.3	2.4	»	*South Jutland*
»	»	0.8	0.78	0.7	1.2	3.0	»	» »
Nordvestjylland	flyvesand	0.6	0.55	0.5	1.4	2.2	*Shifting sand*	*Northwest Jutland*
Djursland, Jylland .	havbund	0.6	0.79	0.9	2.1	2.4	*Raised sea bed*	*Djursland, Jutland*
» » .	hedesand	0.6	0.88	1.0	1.4	1.8	*Heath sand*	» »
Nordvestjylland	flyvesand	0.5	1.42	0.3	0.8	1.2	*Shifting sand*	*Northwest Jutland*
»	»	0.5	0.64	0.4	0.6	1.6	»	» »
Djursland, Jylland .	hedesand	0.5	0.96	0.4	2.1	2.8	*Heath sand*	*Djursland, Jutland*
Midtjylland	»	0.3	0.35	0.6	1.8	2.2	»	*Mid-Jutland*
»	»	0.3	0.66	0.2	0.9	1.4	»	»

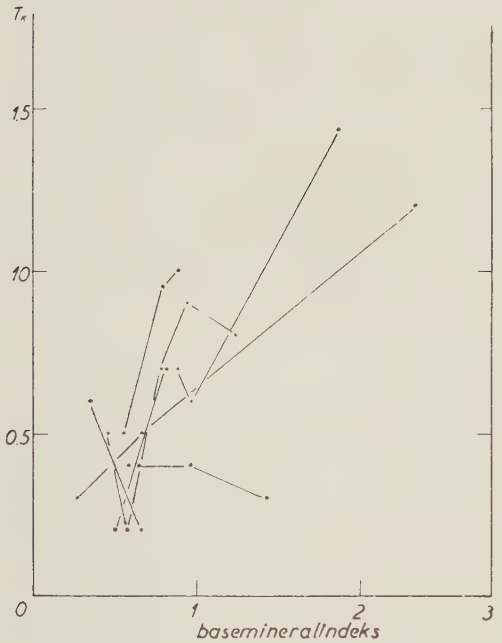


Fig. 2a: Relativ mængde udbyttelig kalium (T_K) lagt op over basemineralindeks for prøver med et lerindhold mellem 0 % og 2 %. Punkter for prøver med samme lerindhold er forbundet med linier. *Relative amount of exchangeable potassium (T_K) superposed the basemineral index for samples with a clay content of between 0 and 2 per cent. Points for sampleswith the same clay content are joined by lines.*

vil man nå en ligevægt mellem den kaliummængde, som bortføres med afgrøden, og den mængde, som frigøres ved forvitringen. TK vil efterhånden nå en lav, konstant værdi, der er bestemt af forvitringshastigheden. Han angiver følgende erfaringsmæssige værdier: 0,8—1 på sandjorder og 4—5 på lerjorder.

De værdier, som er fundet i det foreliggende materiale, er af samme størrelsesorden, som de minimumstal DAMSGAARD-SØRENSEN opgiver.

Forvitringshastigheden er størst for de tunge mineraler. Antager man med DAMSGAARD-SØRENSEN, at den gennemsnitlige forvitringshastighed er afgørende for TK ved en langtidsligevægt, må jorder med et højt basemineralindeks have et højt TK og forsyne planterne med en større årlig kaliummængde.

Figur 2 a viser sammenhængen mellem TK og basemineralindeks for de jorder, der har et lerindhold mindre end 2 %. Punkter for jorder med samme lerindhold er forbundet med linier. Det ses, at der er en klar sammenhæng. En fordobling af basemineralindeks giver sig udslag i ca. en fordobling af TK.

Figur 2 b viser at for jorder med et lerindhold mellem 2 og 6 %, er der også en klar sammenhæng melem basemineralindeks og TK. På figuren er ved hvert enkelt punkt anført, hvor stort lerinholdet i den pågældende prøve er. Ved sammenligning med figur 2 a ses det,

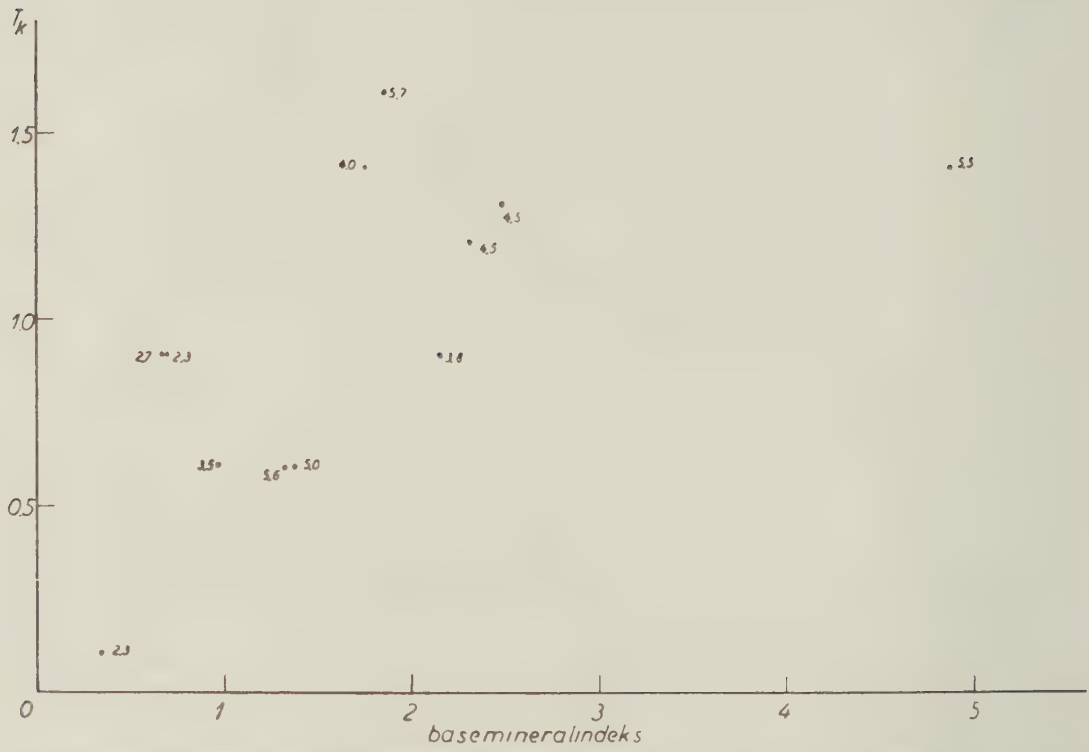


Fig. 2b. Relativ mængde udbyttelig kalium (T_K) lagt op over basemineralindeks for prøver med et lerindhold mellem 2 % og 6 %. Ved hvert punkt er prøvens lerindhold anført. *Relative amount of exchangeable potassium (T_K) superposed the base-mineralindex for samples with a clay content of between 2 and 6 per cent. The clay content of the sample is stated at each point.*

at lerindholdet tilsyneladende ikke har nogen indflydelse på TK. Også i denne klasse er TK alene bestemt af basemineralindeks, og en fordobling af basemineralindeks giver en fordobling af TK.

I figur 2 c er TK lagt op over basemineralindeks for resten af prøverne. Ved hvert punkt er anført prøvens lerindhold. I det foreliggende materiale er der — måske på grund af materialets ringe omfang — ingen sammenhæng mellem de to størrelser. Ved at sammenholde figuren med figurerne 2 a og b ses det, at i denne klasse slår lerpartiklernes fladebindingsevne igennem (højere TK med stigende lerindhold jævnfør også figur 1.).

Enkelte mineraler indeholder forholdsvis store mængder fosfor (f. eks. Apatit). De går med i den tunge gruppe ved basemineralindeksbestemmelsen, og det er derfor nærliggende at undersøge, om der er en større mængde plantetilgængelige fosforforbindelser ved høje basemineralindeks end ved lave.

I tabel 1 er angivet to relative værdier for formodet plantetil-

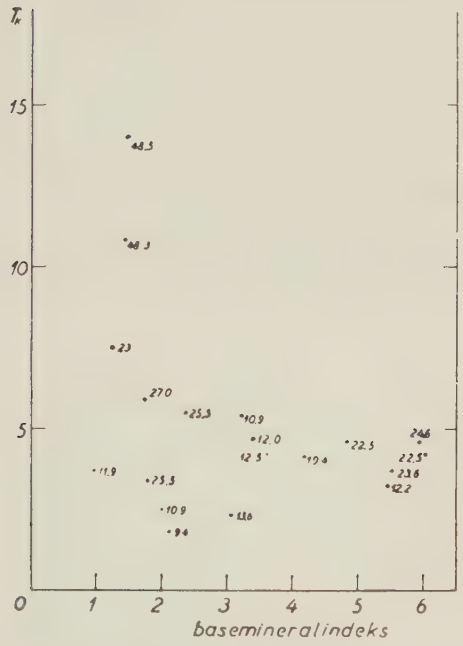


Fig. 2c. Relativ mængde udbyttelig kalium (T_K) lagt op over basemineralindeks for prøver med et lerindhold større end 6 %. Ved hvert punkt er prøvens lerindhold anført. *Relative amount of exchangeable potassium (T_K) superposed the base-mineral index for samples with a clay content above 6 per cent. The clay content of the sample is stated at each point.*

gængelig fosfor på basis af to forskellige analysemetoder. Fosforsyretallet, Ft, bestemmes ved at foretage en ekstraktion af jordprøverne med 0,2 n svovlsyre. Fosfatmængden bestemmes kolorimetrisk i ekstrakten (se iøvrigt Bondorff 1950). Til bestemmelse af fosfattallet, FH, rystes jordprøven med natriumzeolit. Kalciumionerne fra tilstedeværende kalciumfosfater indbyttes på zeoliten og fosfationerne kan bestemmes kolorimetrisk i opslemmingen. (Se iøvrigt Møller og Mogensen 1951). FH er altså bestemt ved en betydelig mildere ekstraktion end Ft. For fuldstændighedens skyld skal det nævnes, at der synes at være en noget højere korrelation mellem FH og udbytte end mellem Ft og udbytte i en række danske gødningsforsøg. (Møller og Mogensen 1951).

I det foreliggende materiale er der ingen sammenhæng mellem Ft og lerindhold, og FH og lerindhold. Der er heller ingen sammenhæng mellem Ft og basemineralindeks eller FH og basemineralindeks. (figurerne er udeladt).

Trods den manglende sammenhæng mellem lerindhold og Ft henholdsvis FH er det rimeligt at antage, at lerjorderne med deres større kolloidmængde, kalciumindhold o.s.v. har en anden indflydelse på fosforforbindelsernes plantetilgængelighed end sandjorderne. I figur 3 a er Ft for prøvene, der har et lerindhold på mindre end 4 %, lagt op over basemineralindeks. Figur 3 b viser FH og basemineralindeks

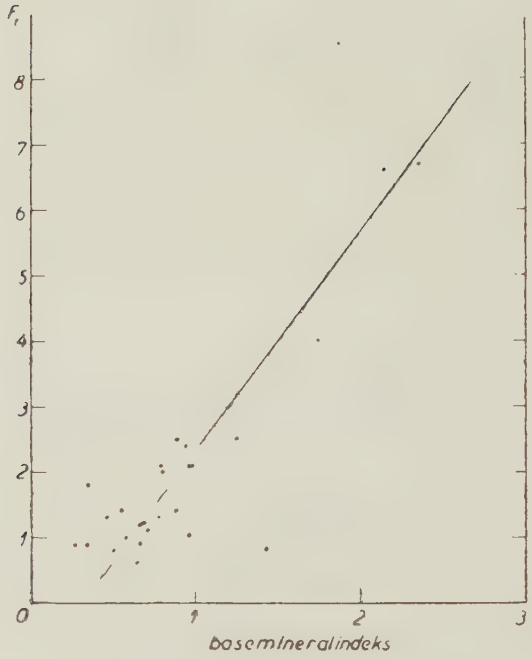


Fig. 3a. Relativ mængde plantetilgængelig fosfor (*Ft*) lagt op over basemineralindeks for prøver med et lerindhold mellem 0 % og 4 %. *Relative amount of plant-accessible phosphorus (Ft) superposed the base-mineral index for samples with a clay content between 0 and 4 per cent.*

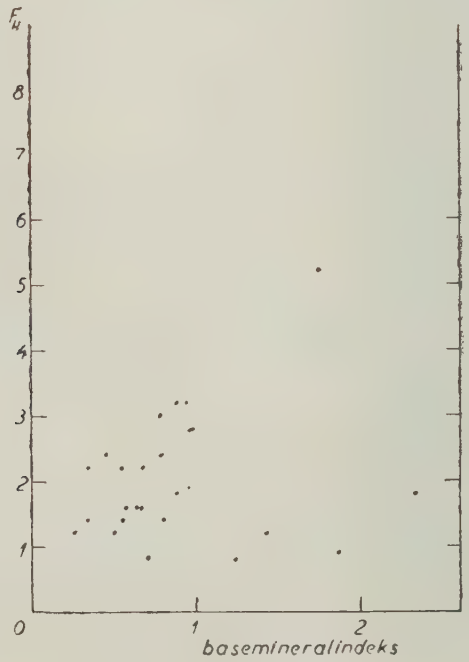


Fig. 3b. Relativ mængde plantetilgængelig fosfor (F_K) lagt op over basemineralindeks for prøver med et lerindhold mellem 0 % og 4 %. *Relative amount of plant-accessible phosphorus (F_H) superposed the base-mineral index for samples with a clay content between 0 and 4 per cent.*

for de samme prøver. Der er ingen sammenhæng mellom FH og basemineralindeks, medens der er en klar tendens til, at Ft er størst ved de højeste basemineralindeks. Den mulige udjævningslinie giver en fordobling af Ft ved en fordobling af basemineralindeks. Materialet er dog for spinkelt til at denne sammenhæng kan tillægges større vægt. Hvis sammenhængen er reel, kan det skyldes at syrebehandlingen frigør fosfor, der er bundet i mineralerne. Dette bør undersøges, da selve analysemetoden i så fald ved lave Ft, som der her er tale om, giver et falsk billede af fosfortilgængeligheden.

———

Basemineralindeks er i de danske skov- og plantagejorder, som hidtil er undersøgt ved Forsøgsvæsenet, lave, i sandjorder (hedesand) endda meget lave. Morænejorder har basemineralindeks på omkring 4, medens sandjorderne har basemineralindeks omkring 1. Af det her fremlagte materiale fremgår det, at selv sandjordernes lave basemineralindeks har indflydelse på jordens indhold af plantetilgængelige næringstoffer. Når vækstboniteten i vore plantager tilsyneladende ikke er afhængig af basemineralindeks, må det være, fordi andre jordbundsfaktorer har en større og mere afgørende indflydelse. I hedeplantagerne er det sandsynligvis først og fremmest kvælstofforsyningen der begrænser væksten.

K. Holstener-Jørgensen

Litteratur.

Tamm, O. (1934): En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. Svenska Skogvårdsföreningens tidskrift. Stockholm.

— (1940): Den nordsvenska skogsmarken. Stockholm.

Damsgaard-Sørensen, P. (1941): Kationombytning i Jorden. Tidsskrift for Planteavl. København.

Bondorff, K. A. (1950): Studier over jordens fosforsyreindhold. Tidsskrift for Planteavl. København.

Møller, J. og T. Mogensen (1951): Metode til bestemmelse af den mobiliserbare fosforsyre i jordbunden. Hedeselskabets Tidsskrift, Viborg.

Mineral Composition of Danish forest and Plantation Soils.

Swedish examinations of the mineralogical composition of the soil characterized by the so-called basemineral index (Tamm 1934) have shown that plant growth is dependent on the basemineral index. In Sweden the average basemineral index for the whole country is 10 (Tamm 1940).

An investigation of the basemineral indices of Danish forest- and plantation-soils reveals that these soils are poor in valuable baseminerals. Table 1 shows that clayey Danish moraine soils in the upper subsoil have basemineral indices ranging between 1.5 and 5.5. Sandy soils (heath sand, diluvial sand, raised sea-bed sand and shifting sand) have corresponding basemineral indices ranging betwen 0,2 and 2,4.

Table 1 gives the clay content (percentage of particles below 2 microns) of each individual sample. The amount of exchangeable potassium in the samples is denoted by TK (Damsgaard-Sørensen 1941). The content of supposedly plant- accessible phosphorus combinations in the samples is expressed by the two quantities Ft and FH. Ft is determined by extraction from the soil samples by 0.2-normal sulphuric acid (Bondorff 1950), while FH is determined by shaking the soil samples with sodium zeolite (Møller and Mogensen 1951).

Fig. 1 shows that there is a distinct correlation between TK and the clay content of the samples. When it is desired to find out whether TK co-varies with the basemineral index, it is therefore necessary to collocate samples with the same content of clay.

In Fig. 2 a, TK-values and basemineral indices for samples with a clay content below 2 % are collocated. It is perfectly clear that a doubling of the basemineral index gives approximately a doubling of the TK. Fig. 2 b shows that this applies also to the samples having a clay content ranging between 2 % and 6 %. From Fig. 2 c it will be seen that the clay content is very important to the TK in samples containing more than 6 % of clay. The effect of the basemineral index is not so plain, perhaps because the amount of material available is too small.

No distinct relationship is found between Ft and the clay content, nor between FH and the clay content. Nor would there appear to be much correlation between Ft and the basemineral index or between FH and the basemineral index (no Figures).

Since the clay content probably has some effect on the phosphorus accesibility (the colloid nature of the clay particles, the higher

calcium content in clayey moraine soils, etc.), the Ft and FH have been superposed the basemineral indices for the samples having a clay content below 4 % (Fig. 5a and b). The FH (mild extraction by sodium zeolite) seems to be independent of the basemineral indices. The Ft (extraction by acid) is, however, dependent on the basemineral indices of the present material, but this may be due to the fact that the 0.2-normal sulphuric acid used in the analysis liberates phosphorus from the apatite present.

Conclusion:

Basemineral indices are important to the amounts of potassium which the soil can place at the disposal of the plants. It cannot be said for certain whether the amount of phosphorus accessible to plants depends on the basemineral indices, since the relationship which has been found may be due to a methodical error in the determination of the amount of plant-accessible phosphorus (Ft). So far, it has not been possible to establish any relationship between site-index and basemineral index, but this must be due to other factors (e.g. the supply of nitrogen and water) lying at such a low level as to have the decisive influence in our plantations.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

FRITS JØRGENSEN
OG ASBJØRN SVENDSRUD

Verdiproduksjonen i østnorsk granskog

The Money Yield in Spruce Stands in Eastern Norway

Innholdsfortegnelse.

Fortegnelse over de anvendte symboler 217
I. Innledning 221
II. Beregning av nyttbar kubikkmasse 222
III. Verdiproduksjonen 224
IV. Beregning av diskonterte verdier 230
V. Venteverdiberegninger 235
a) Venteverdien som en bruksverdi 235
b) Venteverdien som en produksjonskostnadsverdi 236
c) Grunnverdiens stilling i venteverdien 237
d) Beregning og anvendelse av hjelpetabellene 238
VI. Omdriftsberegninger 247
VII. Sammendrag 250
Litteratur 253
The Money Yield in Spruce Stands in Eastern Norway 253
Tabeller 257

Fortegnelse over de anvendte symboler.

B = balansetall for en omløpstid
B_k = normert balansetall for kostnader
B_r = normert balansetall i redusert bruttoverdi
B_T = det totale balansetall (for all framtid)
c = kulturkostnader
d = volumproporsjonale driftskostnader
D = nettoverdien av gjennomsnittlig årlig tynningsuttak
D_x = nettoverdien av tynningsuttak i år x
f = årlige primære generalkostnader
G = grunnverdi
H_n = rotverdien av et n-årig bestand
H'_n = verditilveksten i år n
n = bestandets alder ved hovedhogsten
p = rentefot
P = basispris for midtmålt tømmer
q = bestandets alder
t = tidstap
V_n = venteverdien ved hogstmodenhet
V_q = venteverdien (produksjonskostnadsverdien) ved bestandsalder q år
x = bestandets alder ved tynning
z = tidspunkter de primære generalkostnader faller ved

Forord.

Det arbeid som her foreligger, er kommet i stand ved et samarbeid mellom Det norske skogforsøksvesen og Institutt for skogøkonomi ved Norges landbrukshøgskole. De nødvendige midler er stilt til rådighet av Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening.

Hovedlinjene for arbeidet er trukket opp av professor Erling Eide og de to forfattere i fellesskap. Detaljene er planlagt av de to forfattere, mens Svendsrud alene har forestått alle beregninger og utformet det første og grunnleggende tekstutkast.

Asbjørn Svendsrud. *Frits Jørgensen.*

I. Innledning.

Når en skal vurdere det økonomiske resultat av en produksjonsprosess, er det nødvendig å ha kjennskap til forløpet av selve prosessen og til produktmengde og sammensetning på de forskjellige tidspunkter. Dessuten må en kjenne prosessens kostnadsstruktur, dvs. hvordan kostnadene fordeler seg på de ulike kostnadsbærere og også hvordan de fordeler seg med hensyn til tiden.

Når det gjelder den primære skogproduksjon, har skogforskingen i alle land i lang tid gjort meget for å beskrive produksjonsprosessen ved å lage tilvekstoversikter og produksjonstabeller. Nå vil forløpet av denne prosessen variere sterkt med treslag, behandlingsmåte og geografisk beliggenhet, og det er langt igjen før vi har produksjonsoversikter som dekker alle forhold. For de viktigste treslag kan vi vel imidlertid si at prosessen er ganske godt kjent.

For norske forhold har Eide og Langsæter (1941) utarbeidet produksjonstabeller som under visse forutsetninger beskriver den primære produksjonsprosess for naturlig granskog i lavere strøk på Østlandet og i Trøndelag.

Ut fra disse tabeller har Langsæter (1945, 1946 og 1947) satt opp en del hjelpetabeller for forskjellige økonomiske kalkyler.

For Vestlandet har vi egne produksjonstabeller for plantet granskog. (Brantseg 1951). På grunnlag av disse tabeller har Fryjordet (1952) utarbeidet hjelpetabeller for analyser av verdiproduksjonen i vestnorske granplantninger.

Kostnadsstrukturen i skogbruket under forskjellige tekniske forutsetninger er blitt viet mindre oppmerksomhet enn den primære skogproduksjon, men det foreligger da også på dette område en del arbeider som søker å belyse problemene, bl. a. av Langsæter (1939, 1942 og 1948), Jørgensen (1953 a og 1953 b), Samset (1950), Streyfert (1951 og 1954) og Svendsrud (1955).

I dette arbeidet legger vi fram en del hjelpetabeller som har til

formål å gjøre det lettere å få overblikk over og analysere verdiproduksjonen i granskog i Øst-Norge. Vi bygger her i første rekke på to av de nevnte avhandlinger, nemlig EIDE og LANGSÆTER (1941) og JØRGENSEN (1953 a). Videre bygger vi direkte eller indirekte på alle de nevnte arbeider, samt på to arbeider av GRØN (1943 og 1944).

Ved utarbeidelsen av slike hjelpetabeller som de vi her legger fram, er det altid to motstridende interesser som møtes. På den ene side bør tabellene være enkle og raske i bruk, på den annen bør de være så smidige at de i størst mulig utstrekning kan tilpasses de mangesidige forhold vi møter i det praktiske skogbruk. Vi har på tre punkter gjort avvikelser fra vanlig praksis på dette område for å møte de motstridende krav.

1. Vi har innarbeidet tredimensjonenes relative verdi i hjelpetabellene.
2. Vi har spaltet opp tabellene slik at inntekter og kostnader i det vesentlige beregnes hver for seg.
3. Vi har tatt med i tabellverket en del tabeller som vanligvis er blitt betraktet som mellomregningsstørrelser.

Således er medtatt produksjonstabellenes tall for stående kubikkmasse og tilvekst uttrykt i nyttbar kubikkmasse, normerte verdier og normerte og diskonterte verdier.

Vi håper at vi på denne måten i noen utstrekning har imøtekommet de motstridende interesser som knytter seg til anvendelsen av slike hjelpetabeller.

II. Beregning av nyttbar kubikkmasse.

Produksjonstabellene angir volumet av produsert stammemasse for stående trær og tynningsuttak for de forskjellige alderstrinn, boniteter og tynningsgrader.

Med den teknikk vi anvender i dag, er ikke hele dette volumet nyttbart. Trær under en viss størrelse og en toppseksjon av stammen må betraktes som avfall. Hvor stor den minste nyttbare tredimensjon er og utnyttelsesgraden for det enkelte tre, avhenger av de tekniske og økonomiske forutsetninger som hver enkelt bedrift arbeider under. (SVENDSRUD 1955).

De målingsregler som gjelder for vanlig salgstømmer i dag, krever at minste toppdiameter for midtmålt tømmer skal være 6 cm uten bark. Minste tillatte volum av en stokk er 25 dm^3. I de beregningene som vi legger fram her, har vi satt minste nyttbare tredimensjon til 9 cm uten bark i brysthøyde, og minste toppdiameter til 7 cm u.b.

Dette medfører at en liten del av det virket som vi regner som avfall, i en viss grad – i alle fall under gode driftsforhold – teoretisk kan utnyttes, men det viser seg at om en varierer litt på disse grensene mellom nyttbart og unyttbart virke, vil nytteprosenten for bestandet variere relativt ubetydelig.

Volumet av nyttbart virke i bestandet er beregnet etter den metode som JØRGENSEN (1953 a) beskriver på sidene 177–178. Nytteprosenten beregnes som en funksjon av middeldiameteren, og da den varierer ganske lite med trehøyden, kan en bruke en felles beregning for alle boniteter, mens en derimot får spesielle funksjoner for stående og felte trær. Grunnlaget for beregningen er erfaringstallene for volumets fordeling på de forskjellige diameterklasser og tilsvarende tall for høydens variasjon med diameteren, framstilt som funksjon av bestandets middeldiameter uten bark. (Se fig. 3.1 til 3.4 og tab. 3.2 hos JØRGENSEN 1953 a). Til slutt er så det nyttbare volum beregnet for de alderstrinn som benyttes som inngang i Produksjonstabellene.

Resultatet av beregningene fremgår av tabell 1, som viser nyttbar kubikkmasse pr ha, for stående trær etter tynning, for felte trær i tynningsperioden og total nyttbar produksjon. Dessuten er beregnet årlig gjennomsnittlig og årlig løpende produksjon av nyttbart virke. Tab. 1 gjelder for tynningsgrad II.

I figur 1 er vist en sammenligning av produksjonsforløpet for total og nyttbar kubikkmasse på bonitet B, tynningsgrad II.

Det viser seg at den årlig løpende tilvekst kulminerer omtrent samtidig, mens den gjennomsnittlige produksjon av nyttbart virke kulminerer omkring en tynningsperiode senere enn middelproduksjonen av total kubikkmase.

Produksjonstabellene er satt opp for tre nærmere definerte tynningsgrader. Hvis vi bruker tynningsgrad I som utgangspunkt, adskiller tynningsgrad II seg fra denne ved at en har tatt ut ved tynning 10 % større grunnflatesum, mens tynningsgrad III adskiller seg fra I ved at en etter III tynner sterkere i eldre bestand. (EIDE og LANGSÆTER 1941). Middeltilveksten i total kubikkmasse uten bark kulminerer litt tidligere for tynningsgrad II enn for I og er ved kulminasjonen litt lavere. I fig. 2 har vi illustrert virkningen av tynningsstyrken på produksjonen av nyttbar masse. Figuren gjelder for bonitet C og viser at også når det gjelder nyttbart virke, er middeltilveksten ved kulminasjonen større for tynningsgrad I enn for II, og kulminasjonen inntreffer litt senere. Virkningen av en variasjon i tynningsstyrken er således noenlunde den samme for nyttbar som for total produksjon.

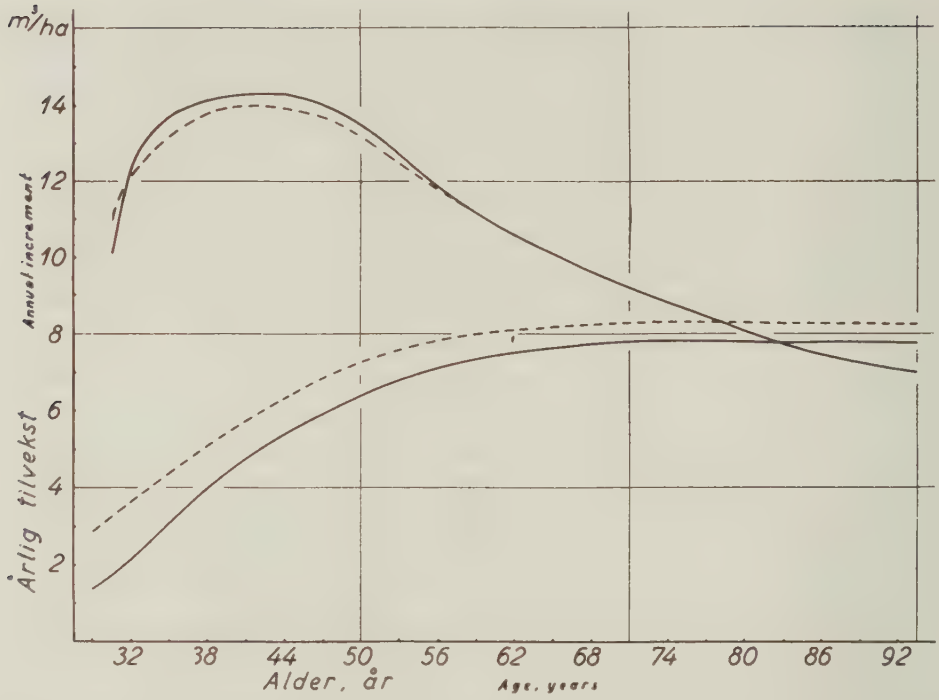


Fig. 1. Årlig løpende og gjennomsnittlig tilvekst pr. ha. Bonitet B. *Periodic annual increment and mean annual increment per ha. Site B.* – – – total kubikkmasse *total volume.* ——— nyttbar kubikkmasse *usable volume.*

III. Verdiproduksjonen.

Når en skal beregne nettoverdien av det produserte trevirket, er det nødvendig å kjenne bruttoverdi og kostnader for de forskjellige tredimensjoner.

Når det gjelder grantømmer, omsettes den alt overveiende mengde etter et ganske klart definert omsetningssystem, som er nøyere beskrevet hos JØRGENSEN (1953 a). Utgangspunktet er en grunnpristabell for toppmålt tømmer som gis forskjellige prosentiske tillegg ettersom kubikkmeterprisen for midtmålt tømmer varierer. En forandring i m³-prisen for midtmålt tømmer vil medføre en noenlunde tilsvarende prosentisk forandring i prisen på toppmålt tømmer. Dette betyr at forskjellen i bruttoprisen mellom de forskjellige tredimensjoner varierer forholdsvis lite og er lett å definere.

Når det gjelder de sekundære produksjonskostnader, vet vi at også de varierer med tredimensjonen. De vil avta kraftig ettersom tredimensjonen vokser. (SAMSET 1950 og JØRGENSEN 1953 b). Spørsmålet om en riktig fordeling av kostnadene på de enkelte dimensjoner er avgjørende for påliteligheten av en rekke skogøkonomiske kalkyler.

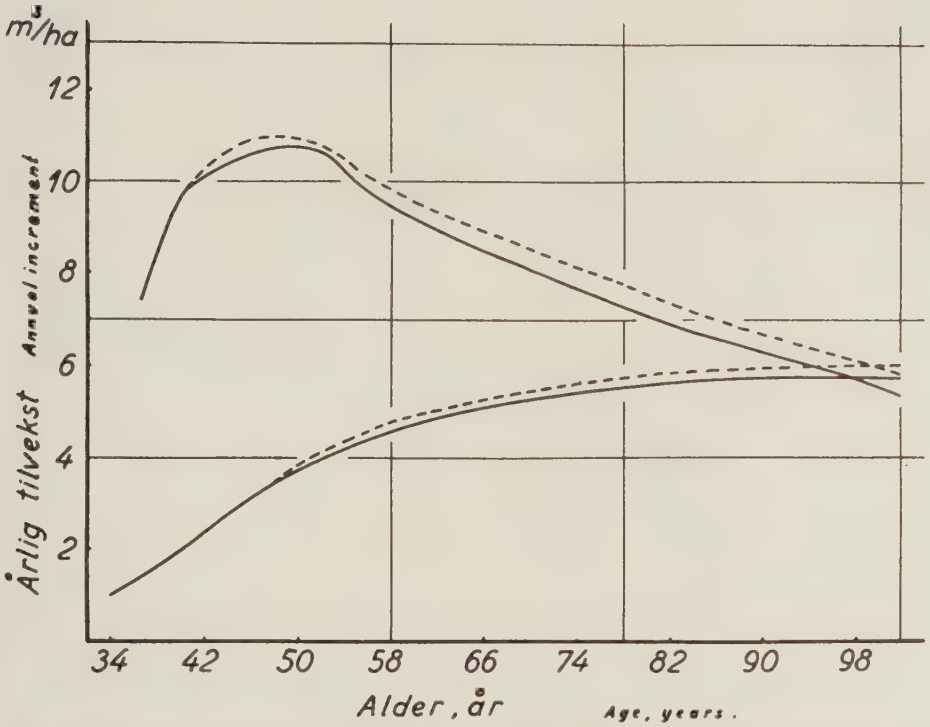


Fig. 2. Årlig løpende og gjennomsnittlig tilvekst pr. ha. Bonitet C. *Periodic annual increment and mean annual increment per ha. Site C.* – – – tynningsgrad I *thinning rate I.* ——— tynningsgrad II *thinning rate II.*

I praksis vil en — i alle fall ved kortsiktige kalkyler — være sterkt bundet av de fordelingsmåter, som følger av gjeldende tariffer. En slik kostnadsfordeling har JØRGENSEN (1953 a) gjennomført under utarbeidelsen av en prisflate som viser redusert bruttoverdi pr. m³ stammemasse for den enkelte dimensjon (l.c. s. 170 og JØRGENSEN 1952, s. 588).

Forutsetningene for denne prisflaten er en basispris for midtmålt grantømmer på kr. 54,— pr. m³ og et tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer på 100 %. Videre er det regnet med stykkekostnader på kr. 0,24 pr. tre og kr. 0,50 pr. stokk. Dette forhold mellom kostnader som er proporsjonale med henholdsvis treantall og stokkantall svarer ikke helt til någjeldende tariffer, men forskjellen er liten og uten praktisk betydning for resultatene av de beregninger vi her legger fram. Dette er illustrert med et par eksempler nedenfor. En kan regne med som sikkert at tariffene også i fremtiden vil variere. Det kan derfor ikke være hensiktsmessig å utarbeide nye prisflater etter hver ny tariffrevisjon.

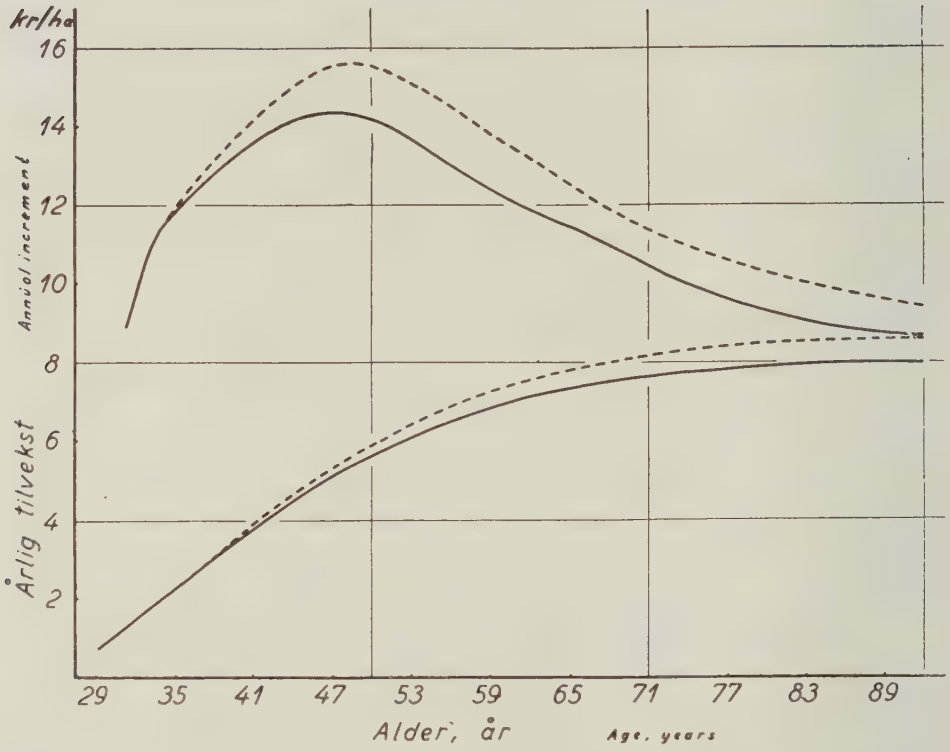


Fig. 3. Verditilvekst, redusert og normert bruttoverdi, pr. ha. Bonitet B. *Value increment, reduced and regulated gross value, per ha. Site B.* ——— 90 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer. (Basispris midtmålt tømmer kr. 54,—.). *90 % addition to the price table for topmeasured logs. (Standard price kr. 54.—.).* – – – 110 % tillegg 110 % *addition.*

På grunnlag av den nevnte prisflate har vi beregnet priskurver for Produksjonstabellenes boniteter, tynningsgrad II, etter samme metode som JØRGENSEN (1953 a) beskriver, s. 171 ff, tab. 3.1 og fig. 3.5. Med utgangspunkt i priskurvene er den reduserte bruttoverdi pr. ha beregnet for de forskjellige alderstrinn, både for stående trær (etter tynning) og for tynningsuttaket. Videre er også total verdiproduksjon, årlig gjennomsnittlig og årlig løpende produksjon beregnet, alt i redusert bruttoverdi. Verditallene er omregnet til å gjelde for en basispris for midtmålt tømmer på kr. 1,— pr. m^3, ved en divisjon med 54 (normerte verdier). Resultatet av beregningene er framstilt i tabell 3.

Tilsvarende beregninger er også utført for andre prisspenninger melom toppmålt og midtmålt tømmer, nemlig for tillegg til pristabellen for toppmålt tømmer på 90 og 110 % ved en basispris på kr. 54,—. Beregningene er utført på samme måte og resultatet fremgår av tab. 2 og 4.

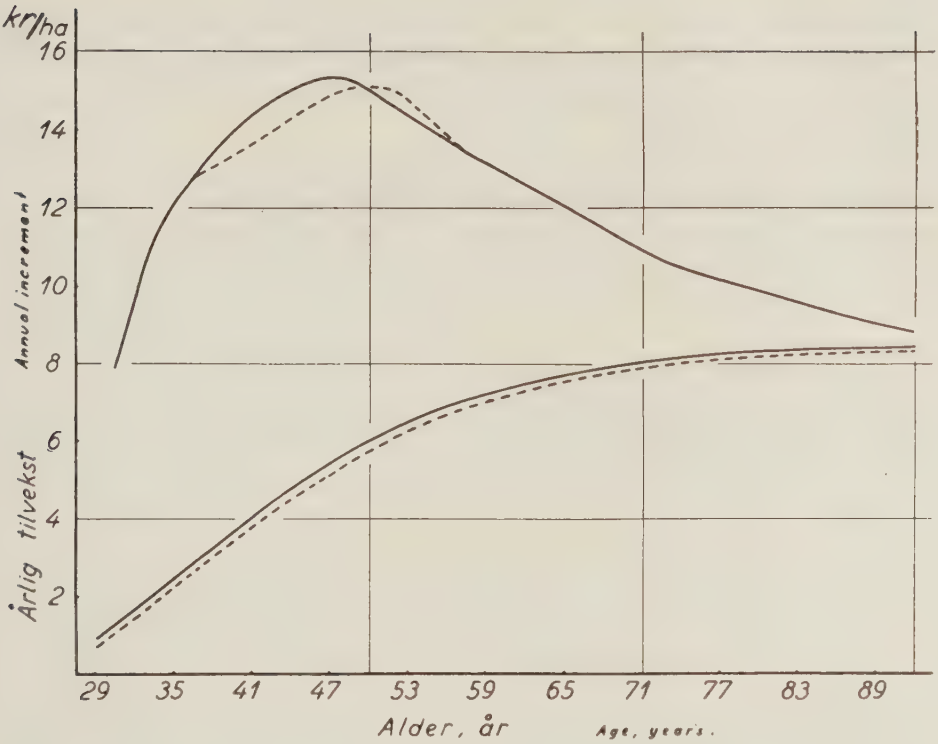


Fig. 4. Verditilvekst, redusert og normert bruttoverdi, pr. ha. Bonitet B. *Value increment, reduced and regulated gross value, per ha. Site B.* ——— Stykkekostnader 28 øre pr. tre, 35 øre pr. stokk. *Piece costs kr. 0.28 per tree, kr. 0.35 per log.* – – – stykkekostnader 24 øre pr. tre, 50 øre pr. stokk. *Piece costs kr. 0.24 per tree, kr. 0.50 per log.*

Figur 3 illustrerer forløpet av verdiproduksjonen i redusert og normert bruttoverdi, for bonitet B, tynningsgrad II og med henholdsvis 90 og 110 % tillegg til grunnpristabellen. Både den årlig løpende og årlig gjennomsnittlige verdiproduksjon kulminerer ved en høyere alder enn de tilsvarende kurver for nyttbar kubikkmasse (fig. 1). Kulminasjonsalderen for middelverdiproduksjonen stiger også noe når tillegget til toppmålstabellen øker. En kan merke seg at middeltilveksten i redusert og normert bruttoverdi bare på bonitet A når kulminasjonspunktet innenfor det aldersintervall som produksjonstabellene dekker.

For å belyse den innflytelse kostnadsfordelingen har på verdiproduksjonen har vi for bonitet B utført en ekstra beregning. I denne har vi satt stykkekostnadene til kr. 0,28 pr. tre og kr. 0,35 pr. stokk. Dette innebærer ikke bare en annen fordeling av kostnadene, men også en liten forandring i kostnadsnivået. Under disse forutsetninger har vi laget en ny prisflate og nye priskurver. I fig. 4 har vi illustrert

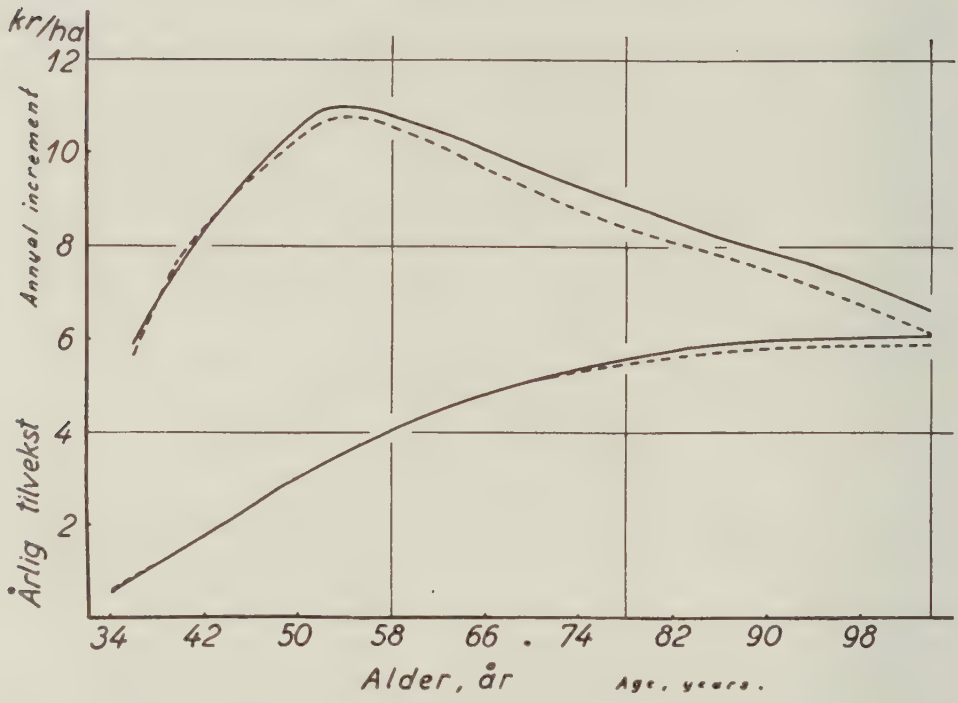


Fig. 5. Verditilvekst, redusert og normert bruttoverdi, pr. ha. Bonitet C. *Value increment, reduced and regulated gross value, per ha. Site C.* ——— tynningsgrad I *thinning rate I.* – – – tynningsgrad II *thinning rate II.*

virkningen på verdiproduksjonen av denne forandringen i stykkekostnadene. Virkningen synes å være moderat, men en må ha klart for seg at figuren for det første gjelder normerte verdier og for det andre årlige tilvekstall.

For bonitet C er det for 100 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer utført en beregning av verdiproduksjonen for tynningsgrad I. En sammenligning mellom tynningsgradene I og II er satt opp i fig. 5. Virkningen av forskjellen i tynningsstyrken er noenlunde den samme, enten en regner med masseproduksjon eller verdiproduksjon i redusert bruttoverdi. Kulminasjonsalderen for middeltilveksten er litt høyere for I enn for II og den gjennomsnittlige verdiproduksjon ved kulminasjonen er også større.

Det vi ovenfor har kalt verdiproduksjon har vært en redusert brottoverdiproduksjon. Privatøkonomisk er det imidlertid nettoverdiproduksjonen som har størst interesse. Nettoverdien kan vi beregne ved å trekke den volumproprosjonale del av kostnadene fra den reduserte bruttoverdi.

Den reduserte bruttoverdi pr. ha av stående trær, felte trær, total-

produksjon eller av tilveksten kan vi — under gitte forutsetninger — beregne av tabellene 2–4, ved å mulitplisere tallene i tabellene med den basispris på midtmålt tømmer som vi vil benytte i våre kalkyler.

De tilsvarende tall i tabell 1 kan vi så oppfatte som normerte, volumproporsjonale kostnader. Ved å multiplisere disse tallene med kostnadene pr m³, finner vi det fradraget vi må gjøre i den reduserte bruttoverdi for å komme fram til nettoverdien pr. ha for stående trær, felte trær, totalproduksjon eller for tilveksten. Beregningen av nettoverdien pr. ha er derfor helt elementær.

Årsaken til at vi i disse beregningene opererer med en «inntektsside» — i redusert og normert bruttoverdi — og en «utgiftsside» i normerte, volumproporsjonale kostnader, er at det på denne måten vil være enkelt å benytte tabellene ved praktiske vurderinger, hvor både priser og kostnader vil variere.

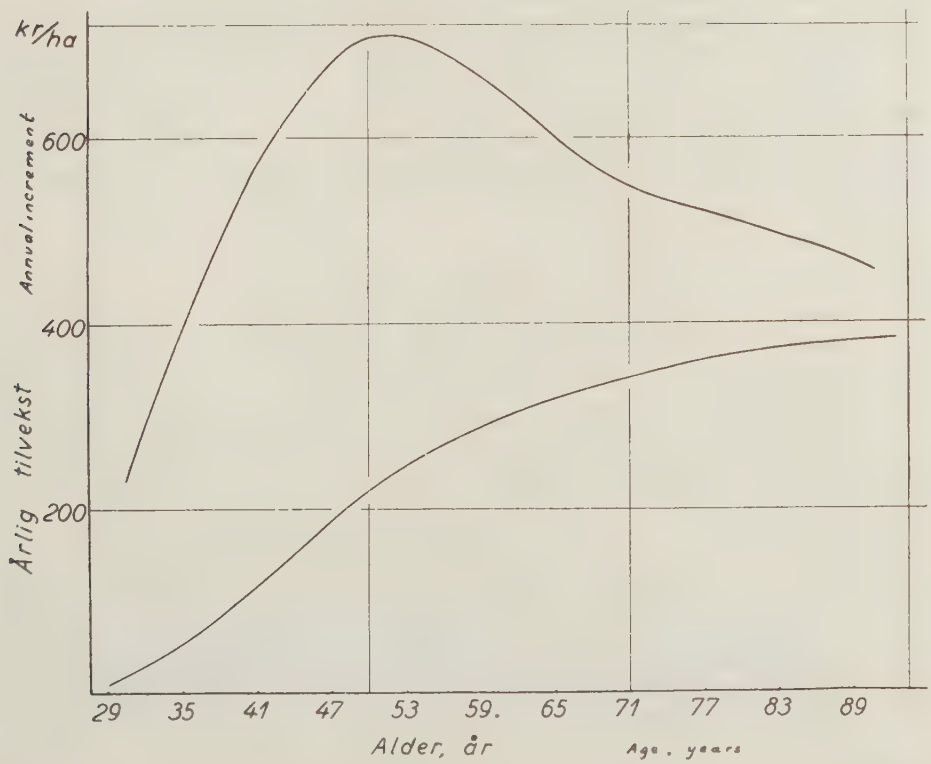


Fig. 6. Årlig løpende og gjennomsnittlig nettoverditilvekst pr. ha. Bonitet B. Basispris kr. 80,—, 211 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer. Kostnader kr. 40,— pr. m³. *Periodic annual and mean annual net value increment per ha. Site B. Standard price kr. 80.—, 211 % addition to the price table for topmeasured logs. Operation costs kr. 40.— per cu. m.*

Vi har funnet at den årlige gjennomsnittlige tilvekst kulminerte tidligere i den nyttbare kubikkmasse (tab. 1), dvs. for de normerte volumproporsjonale kostnader, enn middeltilveksten i normert og redusert bruttoverdi. Det medfører at kulminasjonen for den årlige gjennomsnittlige nettoverditilvekst vil inntreffe senere enn for middeltilveksten i normert og redusert bruttoverdi.

Beregningseksempel: Bonitet B. Volumkostnader kr. 40,– pr. m^3. Basispris på slip kr. 80,–. Tillegg til toppmålstabellen 211 %. Tilsvarende toppmålstillegg for basispris kr. 54,– = X

$$\frac{80}{54} = \frac{100 + 211}{100 + X} \text{ dvs. } X = 110\%.$$

Årlig løpende verditilvekst i perioden 77–80 år:

$$10{,}6 \cdot 80 - 8{,}2 \cdot 40 = 520 \text{ (kr./ha)}.$$

Årlig gjennomsnittlig verditilvekst ved 80 år:

$$8{,}5 \cdot 80 - 7{,}8 \cdot 40 = 368 \text{ (kr./ha)}.$$

Figur 6 viser kurvene for årlig løpende og årlig gjennomsnittlig verditilvekst under de nevnte forutsetninger. En ser at kurven for den løpende tilvekst ligger høyere enn kurven for gjennomsnittstilveksten, som altså enda ikke har nådd sitt maksimum ved 92 år.

IV. Beregning av diskonterte verdier.

De verditall som er ført opp i tabell 1–4 gir skogeieren opplysninger om de inntekter han kan vente fra forskjellige bestand i form av tynningshogster og hovedhogster. Skogeieren vil imidlertid vanligvis vurdere disse inntekter ikke bare etter deres størrelse, men også etter det tidspunkt han venter å få dem på. Han er med andre ord i regelen like interessert i de diskonterte verdier. En særlig interesse har summen av nettoinntektene fra et bestand diskontert til det tidspunktet da bestandet ble grunnlagt. Denne sum har fått betegnelsen balansetallet for første omløpstid. Med de vanlige skogøkonomiske symboler kan dette balansetall skrives

$$B = H_n (1 + p)^{-n} + \sum_{o}^{n} D_x (1 + p)^{-x} \qquad (1)$$

sml. symbolfortegnelsen side 217.

I sin opprinnelige form omfattet balansetallet ikke bare de diskonterte inntekter fra første rotasjon eller omløp, men også fra alle

senere rotasjoner. Disse inntekter danner en uendelig kvotientrekke med summen

$$B_T = B \frac{(1+p)^n}{(1+p)^n - 1} \qquad (2)$$

hvor B_T betegner det totale balansetall.

Sml. GRØN (1943, side 38 ff.) og LANGSÆTER (1945, side 134 f).

Balansetallet i den ene eller annen form har særlig interesse ved vurderingsberegninger, men også ved en rekke andre skogøkonomiske kalkyler f. eks. kalkyler over lønnsomheten ved skogkultur og kalkyler over valg av treslag.

For å gjøre beregningene så smidige som mulig er hjelpetabellene for balansetallsberegning delt opp i to, en normert og diskontert kostnadsserie (tab. 5) og en normert og diskontert inntektsserie (tab. 6). Balansetallet B for første rotasjon beregnes etter formel (3).

$$B = B_r \cdot P - B_k \cdot d \qquad (3)$$

hvor B_r er normert balansetall pr. ha for redusert bruttoverdi (tab. 6), B_k er normert balansetall pr. ha for volumproporsjonale kostnader

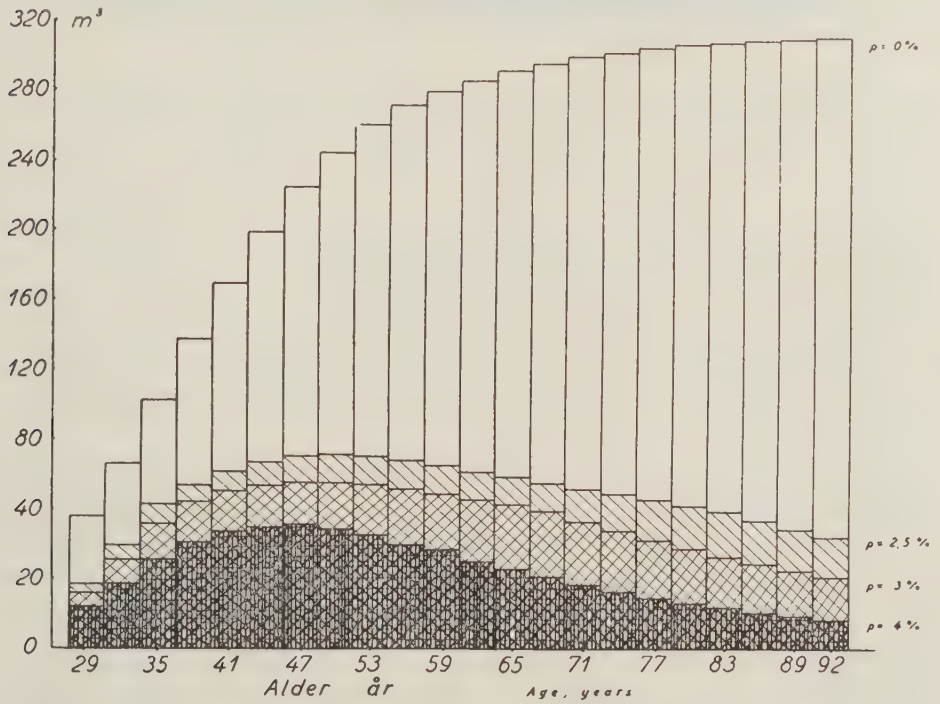


Fig. 7. Stående kubikkmasse pr. ha og de diskonterte størrelser etter 2,5, 3,0 og 4,0 %. Bonitet B. *Standing volume per ha. and discounted volumes at an annual rate of interest of 2.5, 3.0 and 4.0 %. Site B.*

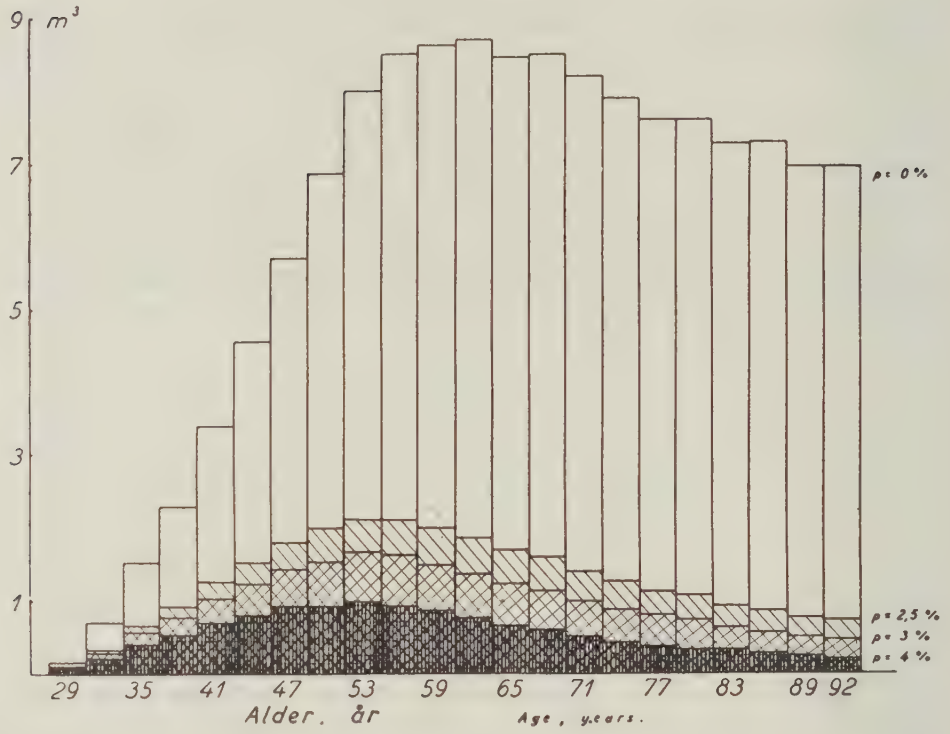


Fig. 8. Volumet av årlige tynningsuttak og de diskonterte størrelser etter 2,5, 3,0 og 4,0 %. Bonitet B. *Volume of annual thinnings and discounted volumes at an annual rate of interest of 2.5, 3.0 and 4.0 %. Site B.*

(tab. 5), P er basispris for midtmålt tømmer og d er volumproporsjonale kostnader pr. m³. Sml. JØRGENSEN (1953 a).

Tabellene 5 og 6 er beregnet for produksjonstabellenes boniteter tynningsgrad II, rentefot 2½, 3 og 4 %.

Tabell 6 gjelder for et tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer på 100 %, når basisprisen for midtmålt tømmer er kr. 54,— pr. m³.

Både i tab. 5 og tab. 6 er de normerte balansetall spesifisert for stående og felte trær.

De diskonteringene vi foretar under balansetallsberegningen er prinsipielt en beregning av kalkulatoriske rentekostnader, fordi vi har bundet kapital i en bestemt investering. Disse kalkulatoriske rentekostnadene kommer inn som en verdireduksjon når vi beregner de fremtidige nettoavkastninger på det tidspunkt bestandet anlegges. Fig. 7 og 8 illustrerer hvordan diskonteringen virker i et konkret tilfelle. For bonitet B er det i fig. 7 laget et søylediagram som viser kubikkmassen av stående trær etter tynning på de forskjellige alders-

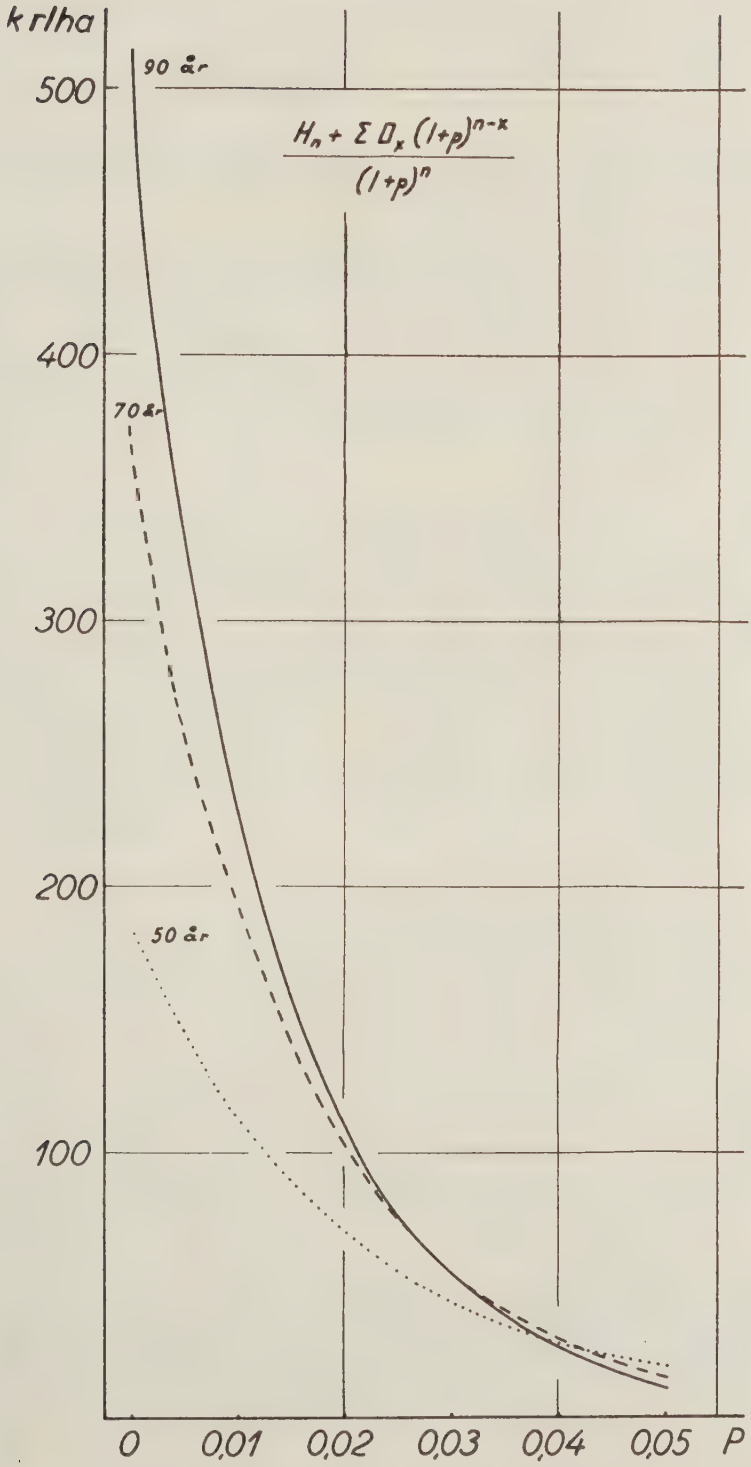


Fig. 9. Normerte balansetall som funksjon av kalkulasjonsrentefoten. Kostnader. Bonitet C. Omløpstider 50, 70 og 90 år. *Regulated balance numbers as a function of rate of interest. Volume costs. Site C. Rotations 50, 70 and 90 years.*

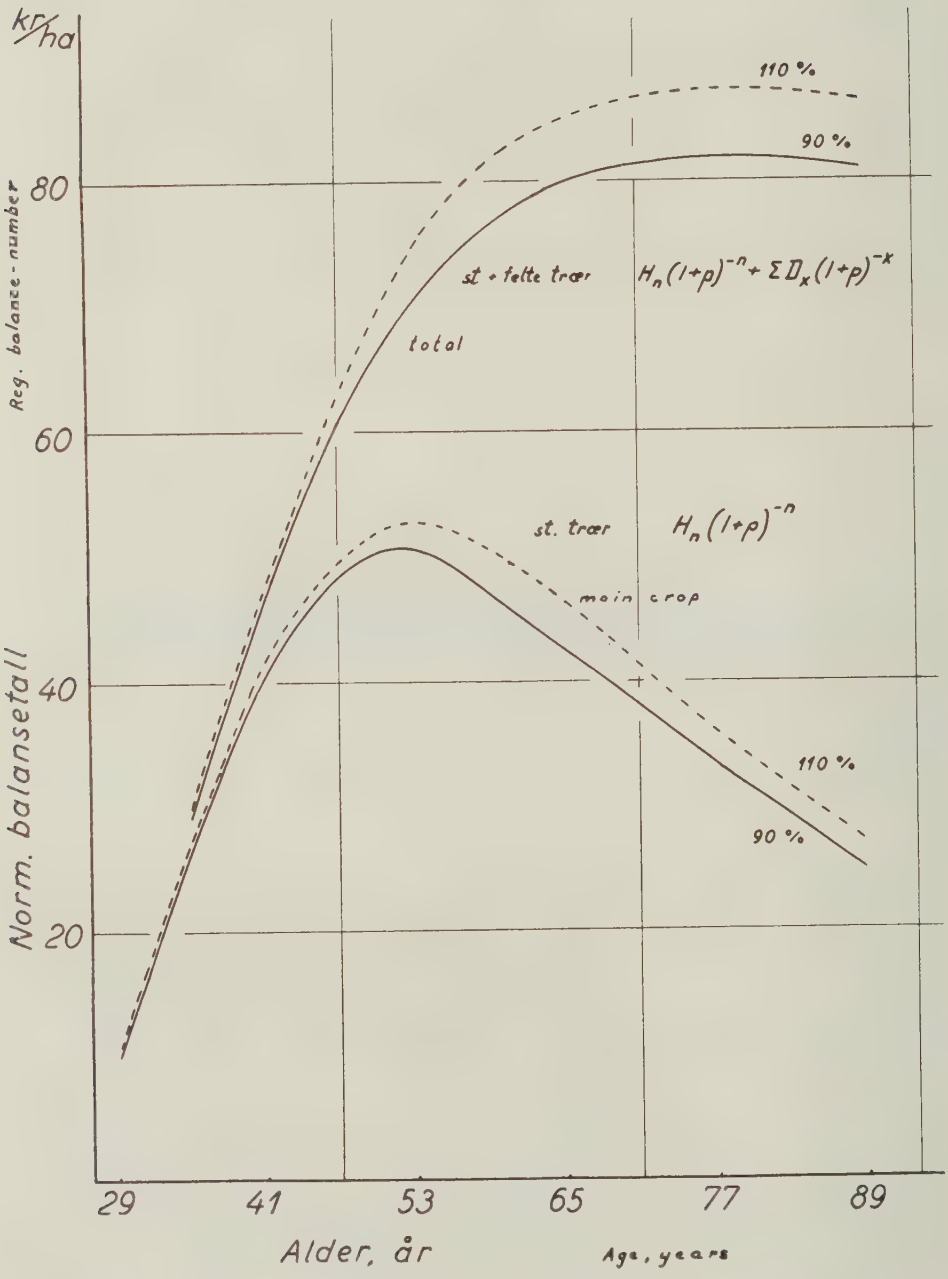


Fig. 10. Normerte balansetall, redusert bruttoverdi, for stående trær og stående pluss felte trær. Bonitet B. Rentefot 0,03. 90 og 110 % tillegg til pristabellen for toppmålt tømmer. *Regulated balance numbers, reduced gross value, main crop and main crop plus thinnings. Site B. Rate of interest 3 %. 90 and 110 % addition to the price table for topmeasured logs.*

trinn. I hver søyle er inntegnet den diskonterte størrelse av kubikkmassen for p = 0,025, 0,03 og 0,04. Fig. 8 viser det samme for gjennomsnittlige årlige tynninger.

I fig. 9 har vi framstilt mere direkte hvordan balansetallet er avhengig av kalkulasjonsrentefoten. Figuren gjelder normerte balansetall for kostnader, ved tre forskjellige omløpstider for bonitet C.

For å belyse virkningen av en forandring i tillegget til toppmålstabellen har vi i fig. 10 tegnet opp normerte balansetall for bonitet B, $p = 0{,}03$ og med toppmålstillegg 90 og 110 % (Basispris kr. 54,– for midtmålt tømmer).

Fullstendige balansetallsberegninger er også utført for disse tillegg og kan fåes ved Institutt for skogøkonomi, Vollebekk.

V. Venteverdiberegninger.

Sin vesentligste betydning har de normerte balansetall ved å danne grunnlaget for forskjellige vurderingsberegninger, som på denne måten kan bli betydelig forenklet. JØRGENSEN (1953 a) har vist hvordan en forenklet grunnverdiberegning kan utføres.

I det følgende vil vi vise hvordan en kan gjennomføre en forenklet venteverdiberegning.

Først gir vi en oversikt over det resonnementsmessige grunnlag for venteverdien.

a. Venteverdien som en bruksverdi.

I et ekstraheringsskogbruk, hvor eieren intet ofrer på skogpleien, er bruksverdien eller venteverdien av et q år gammelt bestand

$$V_q = H_n (1 + p)^{q-n} \tag{4}$$

Det er da forutsetningen at eieren ikke kan selge grunnen etter at bestandet er avvirket.

Går vi fra ekstraheringsskogbruket over i det mest ekstensive reproduksjonsskogbruk hvor det stadig intet ofres på skogpleien, men hvor grunnen i fremtiden tenkes anvendt til skogproduksjon, kan venteverdien for et bestand skrives

$$V_q = (H_n + G) (1 + p)^{q-n} \tag{5}$$

Her står G for grunnens verdi i den *fremtidige* skogproduksjon. Tenker skogeieren å ta ut en del av virket i det nåværende bestand som tynninger må nåtidsverdien av disse *legges til* skogverdien. Vi får da

$$V_q = (H_n + G)(1+p)^{q-n} + \sum_{q}^{n} D_x (1+p)^{q-n} \tag{6}$$

hvor naturligvis $q < x < n$.

Vi tar nå det siste skritt over i reproduksjonsskogbruket og innfører skogpleie. Eieren får dermed en del utgifter som må *trekkes fra* venteverdien:

$$V_q = (H_n + G)(1+p)^{q-n} + \sum_{q}^{n} D_x (1+p)^{q-x} - \sum_{q}^{n} f_z (1+p)^{q-z} \tag{7}$$

Her er z de tidspunkter utgiftene faller ved. Tenker vi oss at disse utgifter faller hvert år med samme beløp, kan det siste ledd i (7) omformes til

$$\frac{f}{p} \cdot \frac{[(1+p)^{n-q} - 1]}{(1+p)^{n-q}} = \frac{f}{p}[1 - (1+p)^{q-n}] \tag{8}$$

Vi får da følgende fullstendige uttrykk for bruksverdien eller venteverdien av et q år gammelt skogbestand i et intensivt reproduksjonsskogbruk

$$V_q = (H_n + G)(1+p)^{q-n} + \sum_{q}^{n} D_x (1+p)^{q-x} - \frac{f}{p}[1 - (1+p)^{q-n}] \tag{9}$$

Det er viktig å legge merke til at G i denne ligning står for grunnens verdi i den fremtidige anvendelse, mens alle øvrige symboler viser til det nåværende skogbestand.

b. Venteverdien som en produksjonskostnadsverdi.

Vi tenker oss en skogeier som har tilplantet et areal med grunnverdien G. Straks etter plantningen har det da en produksjonskostnadsverdi på

$$V_o = G + c \tag{10}$$

I løpet av q år øker denne verdi med rentes rente til

$$V_q = (G + c)(1+p)^q \tag{11}$$

Samtidig får skogeieren noen utgifter til pleie og administrasjon av skogen, primære generalkostnader som her må *legges til* skogverdien. Under forutsetning av årlig like store kostnadsbeløp forandres produksjonskostnadsverdien til

$$V_q = (G + c)(1+p)^q + \frac{f}{p}[(1+p)^q - 1] \tag{12}$$

Etter en årrekke faller de første inntekter i form av tynninger. Verdien av disse går med til å betale produksjonskostnadene og må altså *trekkes fra* i produksjonskostnadsverdien. Vi får da

$$V_q = (G + c)(1 + p)^q + \frac{f}{p}[(1 + p)^q - 1] - \sum_{o}^{q} D_x (1 + p)^{q-x} \qquad (13)$$

c. Grunnverdiens stilling i venteverdien.

Størrelsen G i (13) står, som det fremgår av utredningen, for grunnens verdi ved bestandets anlegg, mens G i (9) står for grunnens verdi når bestandet sluttavvirkes. Bare under forutsetning av at disse to verdier er sammenfallende og er lik G beregnet etter Faustmanns formel for grunnverdi

$$G = (B - c)\frac{(1 + p)^n}{(1 + p)^{n-1}} - \frac{f}{p} \qquad (14)$$

er de to verdiuttrykk (9) og (13) identiske. Det må da videre være en forutsetning at symbolene på høyre side av likhetstegnet i (14) gis samme verdi som de tilsvarende symboler i (9) og (13). Under disse statiske forutsetninger kan vi betrakte venteverdien både som en bruksverdi og en produksjonskostnadsverdi, og vi kan da bruke de enkle formler (10) — (13) samt (15)

$$V_n = H_n + G \qquad (15)$$

ved beregning av venteverdien.

Dette forhold har vi benyttet oss av ved oppstillingen av hjelpetabellene. De gir derfor samlet venteverdi for bestokning + grunn under den forutsetning at grunnens verdi etter sluttavvirkning er lik G bestemt etter formel (14). Regner man derfor med at grunnen etter hovedhogsten vil bli benyttet på annen måte enn hittil, f. eks. ved overgang til annet treslag må en undersøke om grunnens verdi i den fremtidige anvendelse blir vesentlig forskjellig fra verdien i den nåværende og i tilfelle korrigere for dette. Korreksjonen foretas lettest utfra formel (9), idet størrelsen

$$G(1 + p)^{q-n}$$

bestemmes i to tilfelle, og differensen legges til (trekkes fra) Vq. Bare i eldre bestand og ved forholdsvis stor forskjell mellom de to verdier av G har korreksjonen praktisk interesse.

d. Beregning og anvendelse av hjelpetabellene.

Som det grunnleggende utgangspunkt for beregningene benyttes formel (13) i forbindelse med (14) og (15). Vi ser i første omgang bort fra kulturutgiften c (eller eventuelt tidstap) og de primære generalkostnader f. Disse utgiftsposter innføyes forholdsvis enkelt i beregningene til slutt. Ved å innføye G ifølge (14) i (13) får vi

$$V_q = \left[B \cdot \frac{(1+p)^n}{(1+p)^n - 1} - \sum_o^q D_x (1+p)^{-x} \right] (1+p)^q \qquad (17)$$

Fra (17) må da til slutt trekkes nåtidsverdien av fremtidige kulturkostnader

$$c \cdot \frac{(1+p)^q}{(1+p)^n - 1}$$

samt nåtidsverdien av fremtidige primære generalkostnader

$$\frac{f}{p} \qquad (19)$$

Hvis en regner med å måtte vente t år på en tilfredsstillende foryngelse, må grunnverdien reduseres med

$$G \cdot \left(1 - \frac{(1+p)^n - 1}{(1+p)^{n+t} - 1} \right), \qquad (20)$$

og venteverdien ved q års alder må reduseres med

$$G \cdot \left(1 - \frac{(1+p)^n - 1}{(1+p)^{n+t} - 1} \right) \cdot (1+p)^{q-n} \qquad (21)$$

For grunnverdien oppnår en samme reduksjon ved å multiplisere den beregnede G med faktoren

$$\frac{(1+p)^n - 1}{(1+p)^{n+t} - 1} \qquad (22)$$

Balansetallet B finner vi i hjelpetabellene 5 og 6, sml. foran. B skal ifølge formel (17) multipliseres med

$$\frac{(1+p)^n}{(1+p)^n - 1}$$

Betydningen av denne multiplikasjonen har vi illustrert i fig. 11. En ser at den relative betydningen avtar sterkt med bestandets alder.

Det annet ledd i parentesen er summen av de diskonterte verdier av de tynninger som har vært foretatt i bestandet. Differensen mellom

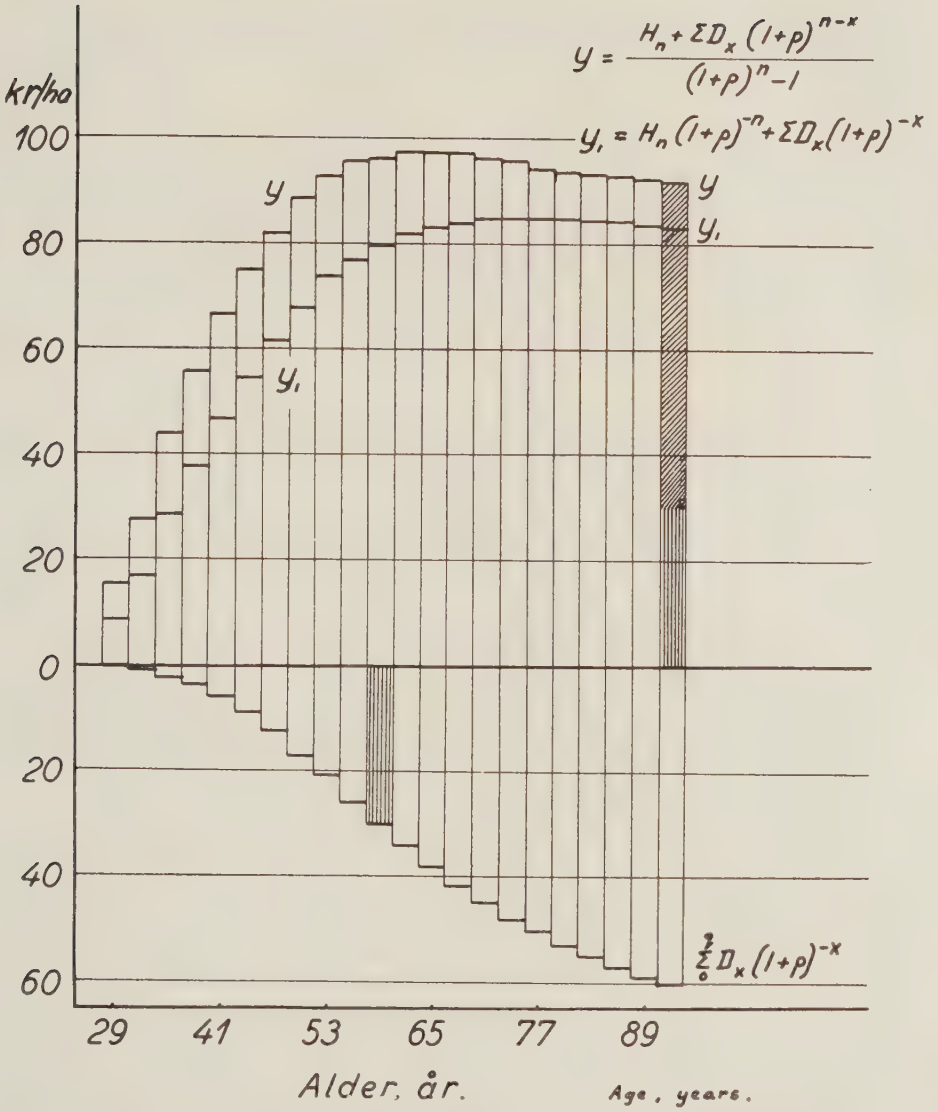


Fig. 11. Normerte balansetall for en omløpstid (y_1) og for all framtid (y). Oppsummerte diskonterte verdier av tynningene (avsatt nedover). Redusert bruttoverdi pr. ha. Bonitet B. $p = 0{,}03$. *Regulated balance numbers for one rotation (y_1) and for a permanent periodic income (y). Sumarized, discounted values of the thinnings (marked out downwards). Reduced gross value per ha. Site B. Rate of interest 3 %.*

bestandets balansetall og denne summen av tynningenes diskonterte verdier prolongeres så i q år, som er bestandets alder på vurderingstidspunktet.

I fig. 11 har vi forsøkt å illustrere denne venteverdiberegningen. Venteverdien pr. ha ved alderen q = 59 år, når omløpstiden n = 92

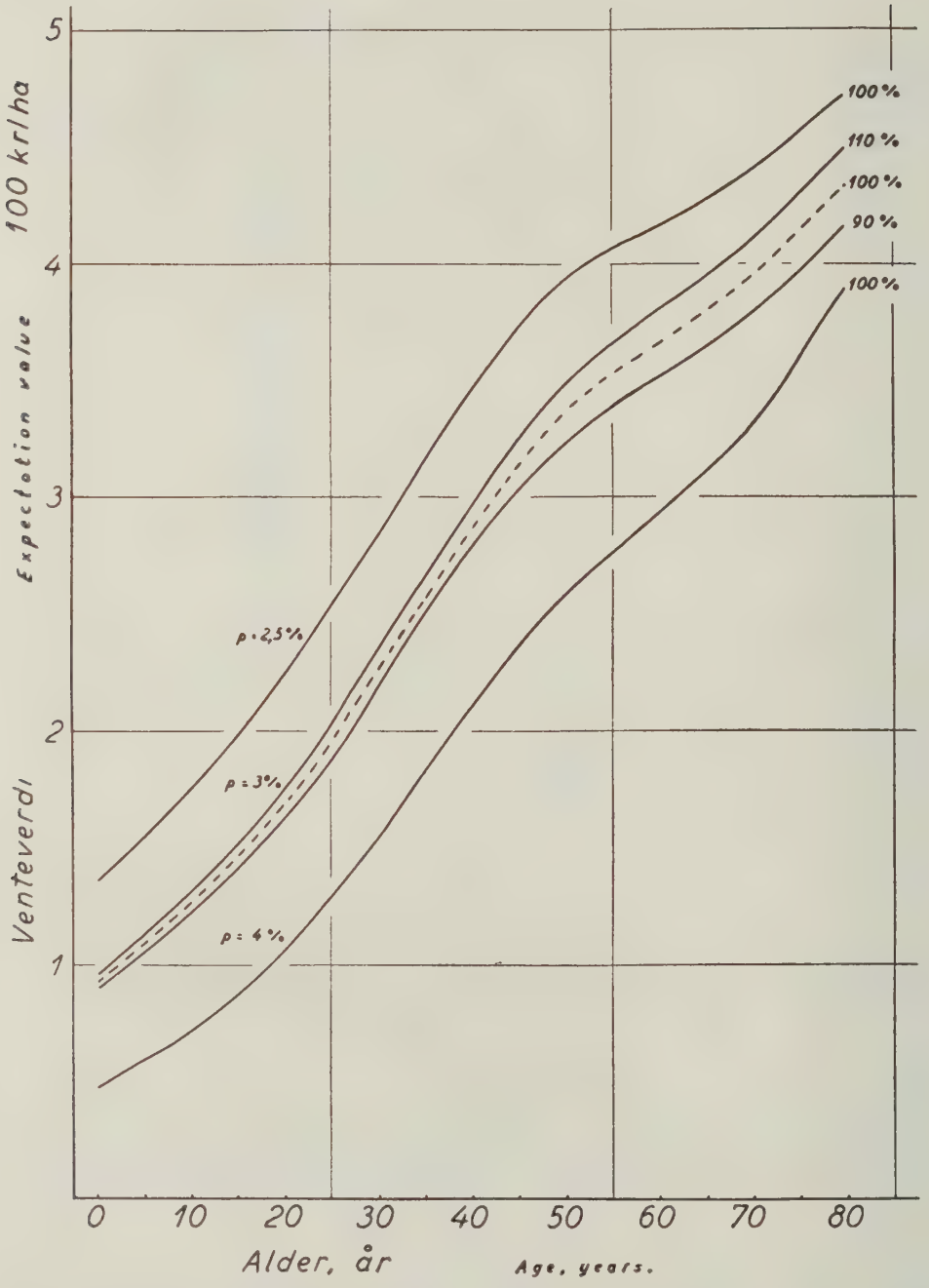


Fig. 12. Venteverdi, redusert og normert bruttoverdi, pr. ha. Bonitet B. Rentefot 0,025, 0,03 og 0,04. For rentefot 0,03 er det regnet med tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer på 90, 100 og 110 %. For rentefot 0,025 og 0,04 er tillegget 100 % (ved basispris kr. 54,—). *Expectation value, reduced and regulated gross value, per ha. Site B. Rate of interest 2.5, 3.0 and 4.0 %. Different additions to the price table for topmeasured logs.*

år, finner en ved å prolongere den størrelsen som er skrått skravert i 59 år. Den størrelsen som er streket loddrett er summen av de diskonterte verdier av de tynninger som har vært foretatt fram til 59 års alder.

Også venteverdien er i disse beregningene splittet opp i to serier. Den ene serie er venteverdien for den normerte og reduserte bruttoverdi, og den andre er venteverdien for de normerte volumproporsjonale kostnader. Beregningsmåten er helt lik i begge tilfelle. Nettoventeverdien av et bestand finner vi da som differansen mellom venteverdien i redusert bruttoverdi og venteverdien for kostnadene på vedkommende alderstrinn.

De beregnede venteverdiserier er framstilt grafisk over bestandsalderen. På disse kurvene har vi foretatt avlesning for hvert 5. år og stilt resultatene sammen i tab. 7, som viser venteverdi etter tynning i normert og redusert bruttoverdi og normerte volumproposjonale kostnader uten fradrag for kulturutgifter og primære generalkostnader. Venteverdien ved null år er identisk med grunnverdien. (Se JØRGENSEN 1953 a).

Verdiene i tab. 7 gjelder for tynningsgrad II, og forutsetter en prisspenning mellom dimensjonene som svarer til 100 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer ved basispris for midtmålt på kr. 54 pr. m^3 og en spesiell kostnadsfordeling. (Se side 225).

I praktisk skogvurdering vil det være et stort variasjonsområde for de fleste av de faktorer som går inn i formelen for venteverdien. Før en anvender tab. 7, må en derfor ha klart for seg hvilke forutsetninger den bygger på, og hvordan disse forutsetninger passer med det praktiske tilfelle en står overfor. Det er da først og fremst viktig å huske at tabellene gjelder for normale bestand av gran. Videre at de bare er satt opp for tynningsgrad II, og at de bygger på de foran nevnte forutsetninger med hensyn til prisspenningen mellom dimensjonene og fordelingen av kostnadene. Når det gjelder rentefoten dekker tabellene et variasjonsområde fra 2½–4 %, mens de for omløpstiden er satt opp i 3 alternativer som stort sett skulle dekke det område som anvendes i praksis. Forutsetningene med hensyn til prisnivå og kostnadsnivå kan velges fritt.

For i noen grad å belyse virkningen av endringer i de nevnte forutsetninger har vi utført noen ekstra beregninger. I fig. 12 har vi tegnet opp venteverdien for redusert bruttoverdi over bestandsalder for tillegg i toppmålstabellen på 90, 100 og 110 %. I samme figur har vi også illustrert virkningen av en variasjon i rentefoten. Omløpstiden er i eksemplet holdt konstant lik 80 år.

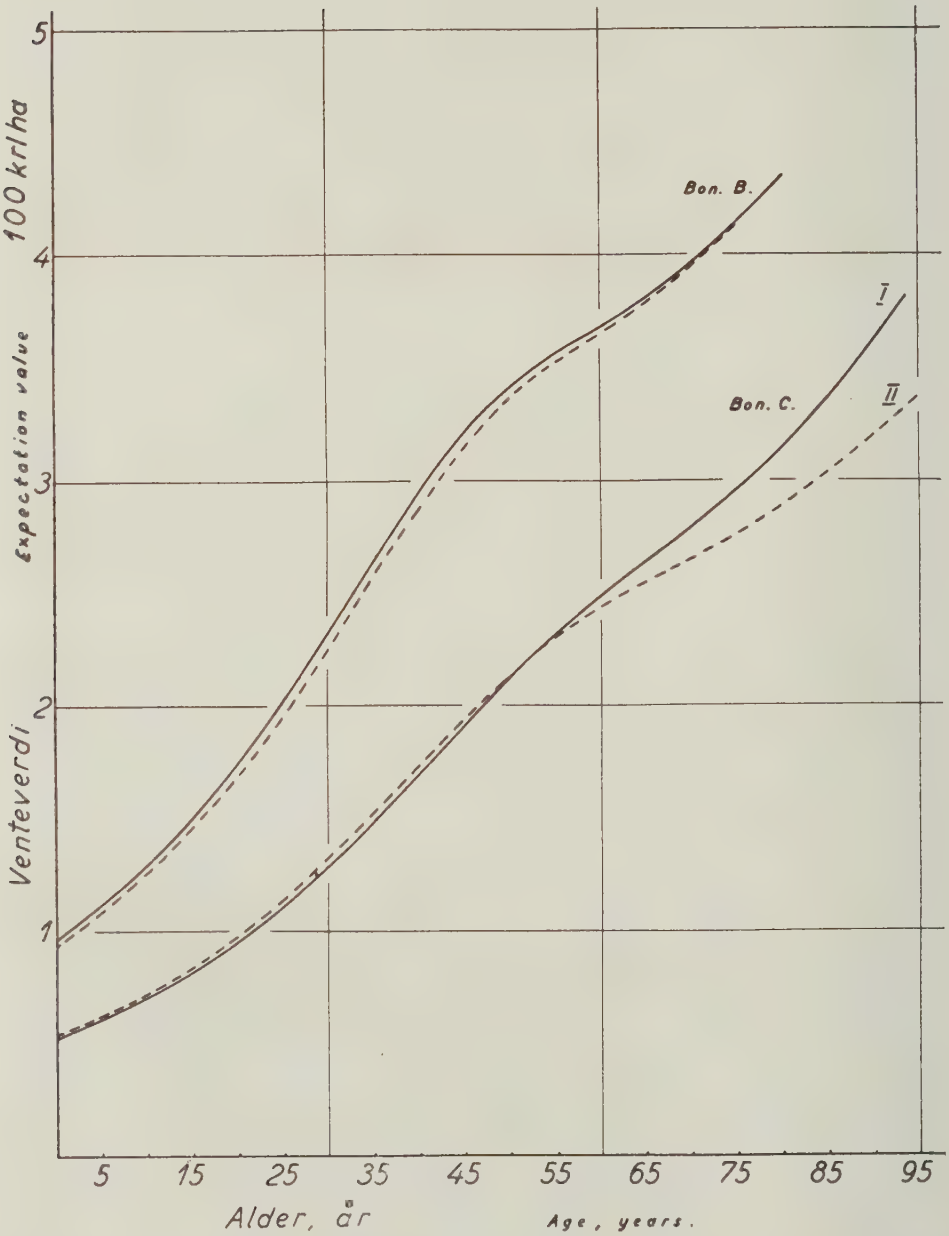


Fig. 13. Venteverdi, redusert og normert bruttoverdi, pr. ha. Rentefot 0,03. *Expectation value, reduced and regulated gross value, per ha. Rate of interest 3 %.* Bonitet B. *Site B.* – – – stykkekostnader 24 øre pr. tre, 50 øre pr. stokk *piece costs kr. 0.24 per tree, kr. 0.50 per log.* ——— stykkekostnader 28 øre pr. tre, 35 øre pr. stokk *piece costs kr. 0.28 per tree, kr. 0.50 per log.* Bonitet C. *Site C.* ——— tynningsgrad I *thinning rate I.* – – – tynningsgrad II *thinning rate II.*

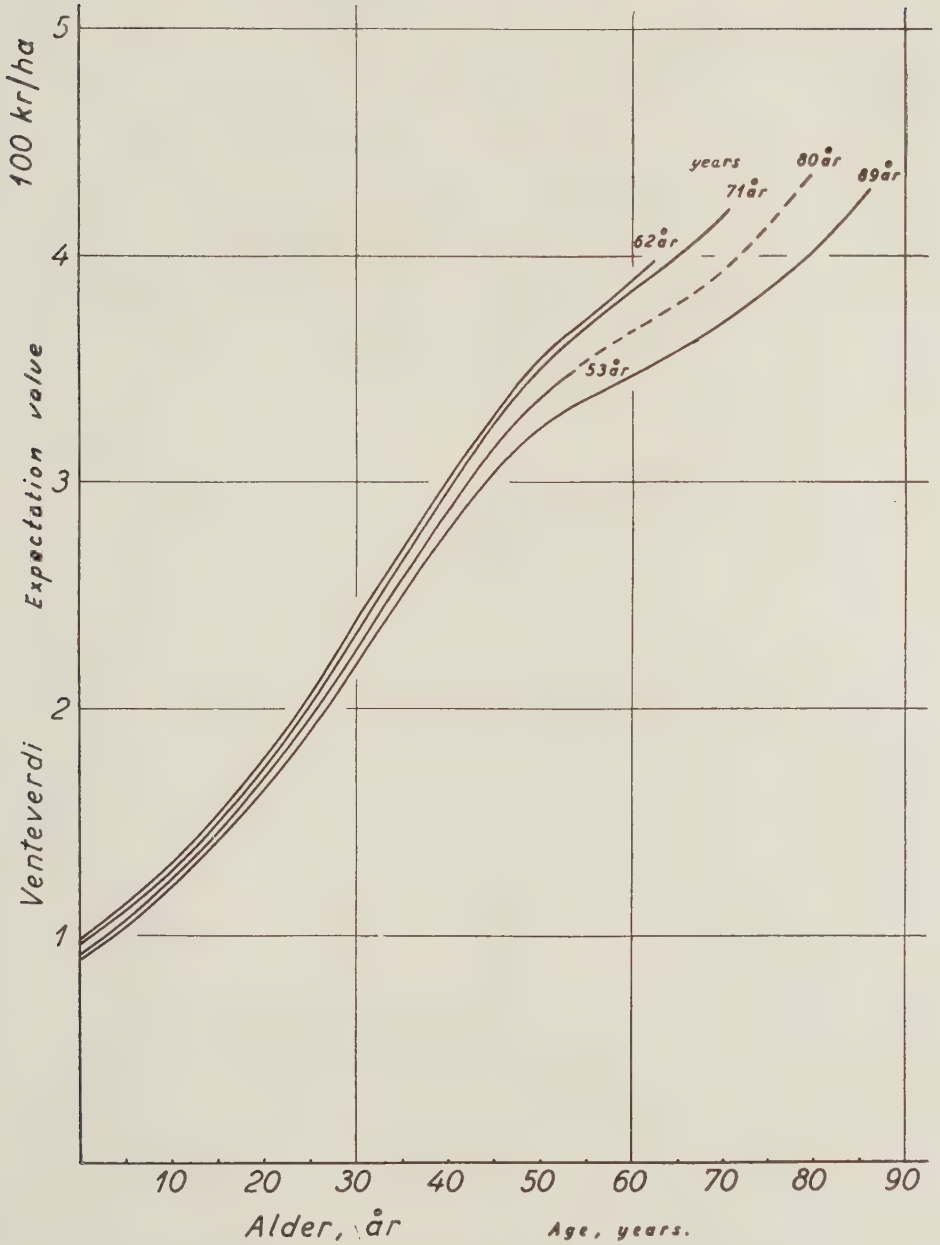


Fig. 14. Venteverdi, redusert og normert bruttoverdi, pr. ha, ved forskjellige omløpstider. Bonitet B. Rentefot 0,03. *Expectation value, reduced and regulated gross value, per ha at different rotations. Site B. Interest at 3 %.*

For å illustrere hvilken forandring en kan få i venteverdien ved å variere kostnadsfordelingen mellom de forskjellige tredimensjoner har vi i fig. 13, for bonitet B og p = 0,03, sammenlignet vente-

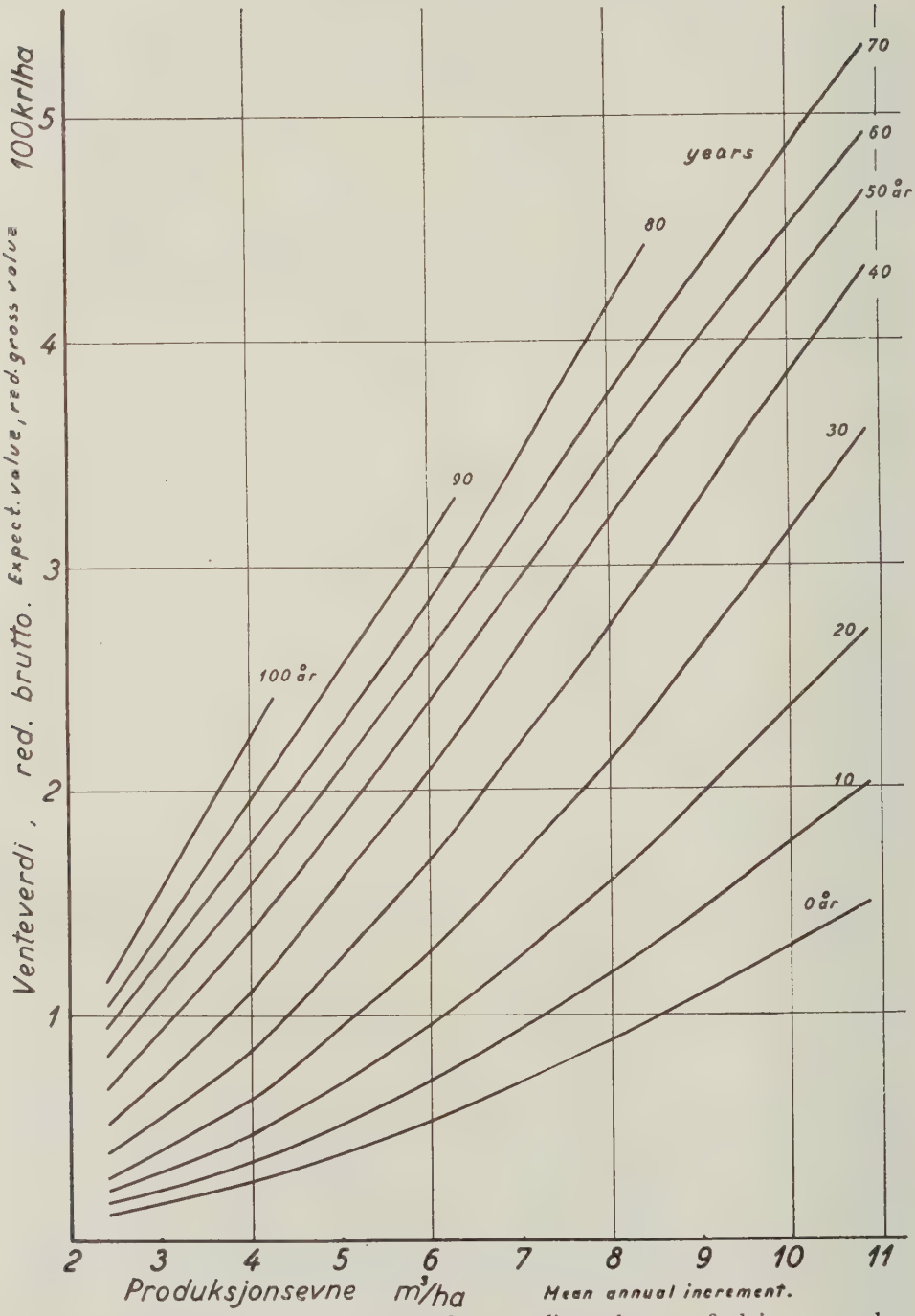


Fig. 15. Venteverdi, redusert og normert bruttoverdi, pr. ha, som funksjon av markens produksjonsevne og bestandets alder. Rentefot 0,03. (Ingen fradrag for kulturutgifter eller primære generalkostnader). *Expectation value, reduced and regulated gross value, per ha, as a function of the site, expressed in yielding capacity cu. m. per ha. and the age of the stand. Interest at 3 %.*

verdien i redusert bruttoverdi, beregnet på grunnlag av de to alternativer for kostnadsfordeling som vi har omtalt i kapitel III. En ser at forandringen er relativt liten, men en må være oppmerksom på at figuren viser normerte verdier.

Fig. 13 viser en sammenligning av venteverdien i redusert bruttoverdi for tynningsgradene I og II, bonitet C, rentefot 0,03. For yngre og middelaldrende bestand er det relativt liten forskjell i venteverdien mellom disse to tynningsgradene, mens venteverdien av eldre bestand er vesentlig høyere etter tynningsgrad I. Nå er ikke denne sammenligningen helt god, fordi det er benyttet samme omløpstid for begge tynningsgrader, og denne omløpstiden vil ikke være like gunstig i begge tilfelle.

Den virkning omløpstiden har på venteverdien, har vi illustrert i fig. 14, som for bonitet B og rentefot 0,03 viser venteverdien i redusert bruttoverdi over alderen, ved omløpstider på 53, 62, 71, 80 og 89 år. (Kurvene for omløpstidene 53 og 80 år faller meget nær sammen).

I fig. 15 og 16 har vi tegnet opp normert venteverdi over grunnens produksjonsevne i m^3/ha, for henholdsvis redusert bruttoverdi og volumkostnader. De forutsetninger som figurene bygger på, er en rentefot på 0,03, og videre bestemte omløpstider for de forskjellige boniteter, nemlig 71 år for bonitet A, 80 år for B, 94 år for C, 100 år for D og 110 år for E. Fordelen ved å fremstille venteverdien på denne måten er at det blir enklere å benytte andre boniteringsstystemer, f. eks. Landsskogtakseringens bonitetsskala.

Beregningseksempel:

Landsskogtakseringens bonitet 2. Produksjonsevne 6,5 m^3/ha. Basispris for midtmålt grantømmer kr. 80,—. Volumproporsjonale driftskostnader kr. 40,—. Kulturutgifter kr. 500,— pr. ha. Primære generalkostnader kr. 20,— pr. ha/år. Bestandets alder 50 år. Omløpstid 90 år. Kalkulasjonsrentefot 0,03. Grunnverdi (beregnes ved hjelp av fig. 15 og fig. 16):

$$80 \cdot 61 - 40 \cdot 62 - 500 \cdot \frac{1{,}03^{90}}{1{,}03^{90} - 1} - \frac{20}{0{,}03} = 1196$$

Venteverdi ved 50 årsalder:

$$80 \cdot 236 - 40 \cdot 234 - 500 \cdot \frac{1{,}03^{50}}{1{,}03^{90} - 1} - \frac{20}{0{,}03} = 8689$$

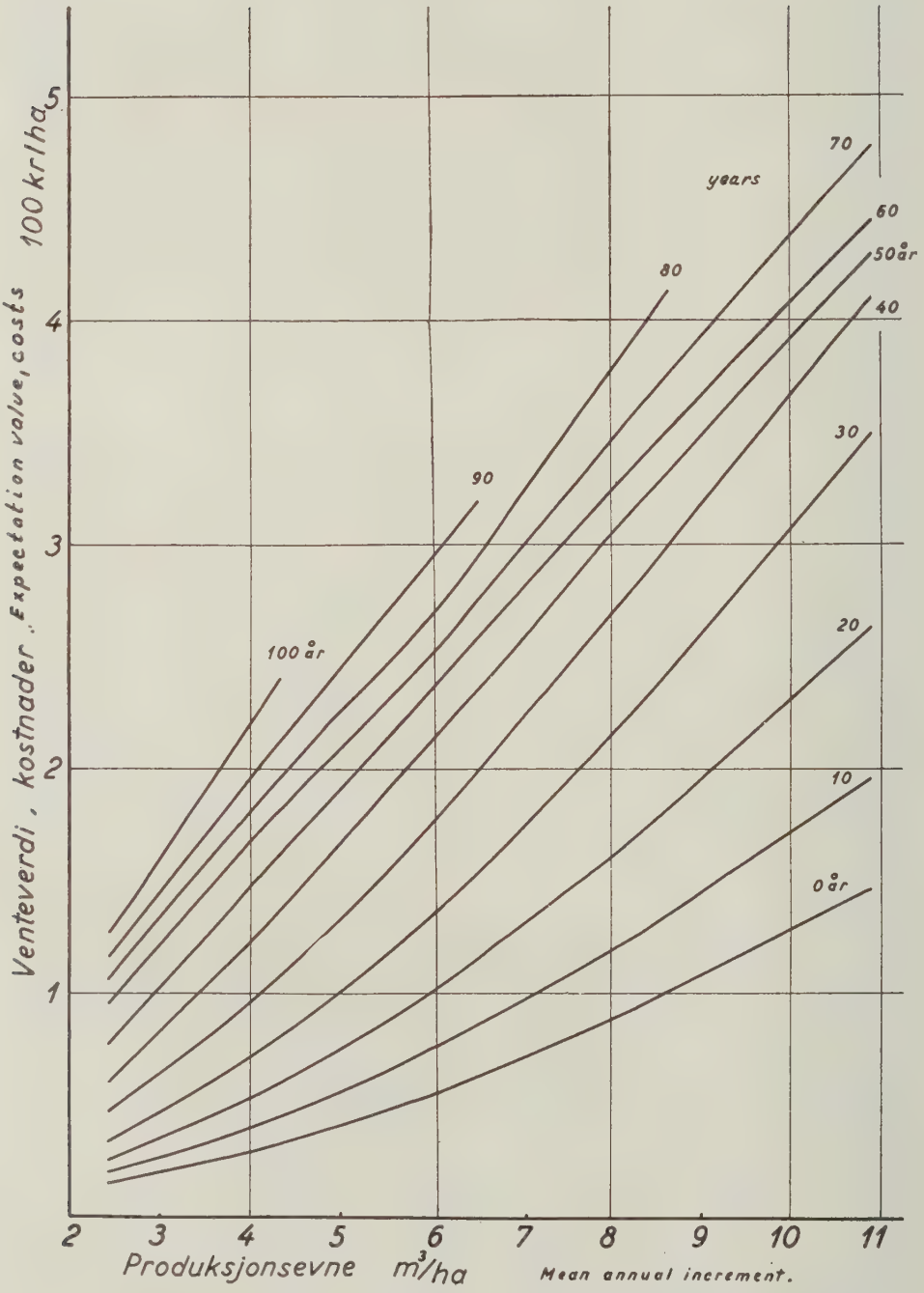


Fig. 16. Normert venteverdi for volumproporsjonale kostnader, pr. ha, som funksjon av markens produksjonsevne og bestandets alder. Rentefot 0,03. *Regulated expectation value for volume costs, as a function of the site, expressed in yielding capacity cu. m. per ha. and the age of the stand. Interest at 3 %.*

VI. Omdriftsberegninger.

Valget av omløptid har nøye sammenheng med det produksjonsmål en bedrift setter for sine skogeiendommer. For den praktiske skogadministrasjon vil spørsmålet om omløpstiden melde seg når den skal planlegge skogbruket på litt lengre sikt. Oppgaven vil dels være å bestemme den gunstigste omløpstid for de forskjellige bestandstyper (med hensyn til bonitet, beliggenhet osv.) og dels å rangere bestandstypene etter deres relative hogstmodenhet. Videre vil det være av interesse å beregne hvilke tap en avvikelse fra den gunstigste omløpstid medfører.

Problemstillingen blir i prinsippet den samme for alle kategorier av skogbedrifter, selv om resultatet av beregningen vil bli forskjellig for de ulike eiergrupper. Ellers vil vi ikke her gå nærmere inn på omdriftsberegningens teori, idet vi henviser til lett tilgjengelig litteratur. (Langsæter 1948, Jørgensen og Hermansen 1950, Jørgensen 1955, Jørgensen og Seip 1954).

Ved et eksempel skal vi kort vise hvordan de hjelpetabeller som vi her har lagt fram, kan være til støtte ved slike beregninger.

Den gunstigste omløpstid for et bestand er karakterisert ved at bestandets nettoverditilvekst da går over fra positiv til negativ verdi. Med de vanlig brukte symboler skrives formelen for nettoverditilveksten (v—verdien) slik:

$$v = (H_n' + D) - p\,(H_n + G) - f$$

Parentesen ($H_n' + D$) er et uttrykk for bestandets årlige nettoverditilvekst, mens de tre siste ledd uttrykker årlige rentekostnader på trekapital og skoggrunn samt primære generalkostnader.

Nettoverditilveksten kan vi beregne direkte ved hjelp av tabellene over verdiproduksjonen i redusert og normert bruttoverdi og tabellen over normerte volumkostnader (nyttbar kubikkmasse), tab. 1—4. Rentekostradene for trekapitalen ($p \cdot H_n$) er også enkle å beregne. Vanskeligere stiller det seg med kalkulasjonen av grunnrenten ($p \cdot G$), fordi skoggrunnen ikke har noen klart definert salgsverdi. (Sml. Jørgensen 1955 side 26 f.).

Grunnverdien må derfor beregnes ut fra den forventede fremtidige avkastning. Ved denne beregningen kan vi i alle fall noenlunde sikkert bestemme den relative grunnverdi på de forskjellige boniteter og under forskjellige driftsforhold. Og nettopp fordi det er den rela-

tive hogstmodenhet som i praksis er av størst interesse, er metoden anvendelig.[1])

I fig. 17 og 18 har vi framstilt grafisk resultatet av en *v*—verdiberegning for bonitet B. Forutsetningene er ellers en basispris for midtmålt grantømmer på kr. 80,— pr. m^3, (tillegg til toppmålstabellen ca. 196 %), driftskostnader kr. 40,— pr. m^3, kulturutgifter kr. 300,— pr. ha og årlige primære generalkostnader kr. 20,— pr. ha.

Figur 17 illustrerer virkningen av en endring i kalkulasjonsrentefoten. Det fremgår at rentefoten har stor innflytelse på resultatet av beregningen. For p = 0,03 er *v*—verdien beregnet for to forskjellige tillegg til grunnpristabellen, nemlig ca. 196 % og ca. 211 %. En ser at denne forandringen i prisgrunnlaget bare har en ganske svak virkning på *v*—verdien når bestandet har nådd en slik alder at *v*—verdien nærmer seg null. (Se kap. III, s. 226).

Fig. 18 illustrerer den virkning de volumproporsjonale kostnader har på *v*—verdien. En finner at en økning av disse kostnadene vil forlenge den gunstigste omløpstid. Figuren viser også at kurven for *v*—verdien har et sterkere fall når volumkostnadene er relativt små.

Også når en sammenligner *v*—verdikurvene for forskjellige boniteter, vil en finne et lignende forhold. *v*—verdikurven vil ha et sterkere fall på høy enn på lav bonitet. Dette betyr at samme avvikelse fra den gunstigste omløpstid medfører størst tap på høy bonitet og under gunstige driftsforhold. (Jørgensen 1955 side 15 ff. og Jørgensen og Seip 1954).

Beregningseksempel:

Bonitet B. Basispris kr. 80,— pr. m^3. Tillegg til pristabellen for toppmålt tømmer ca. 196 % (100 % for basispris kr. 54,—). Kostnader kr. 40,— pr. m^3. Årlige primære generalkostnader kr. 20,—. Kulturutgifter kr. 300,— pr. ha. Bestandets alder 65 år. p = 0,03. Grunnverdiberegningen (tab. 7):

$$G = (80 \cdot 97 - 40 \cdot 98) - \frac{1{,}03^{71}}{1{,}03^{71} - 1} \cdot 300 - 667 = 2831$$

v—verdi-beregning (tab. 1 og 3):

$$v = (80 \cdot 12{,}0 - 40 \cdot 10{,}1) - 0{,}03\,(80 \cdot 306 - 40 \cdot 291) - 0{,}03 \cdot 2831 - 20 = 65{,}87$$

[1] Den grunnverdien en beregner bør være den maksimale under de gitte betingelser. Nå vil grunnverdien varierer lite med omløpstiden i området omkring sitt kulminasjonspunkt, som forøvrig kan være besværlig å beregne nøyaktig. Derfor vil den feilen en gjør ved å beregne den årlige grunnrente under forutsetning av en litt annen omløpstid, i praksis bare forårsake ubetydelige feil i resultatet av *v*-verdiberegningen.

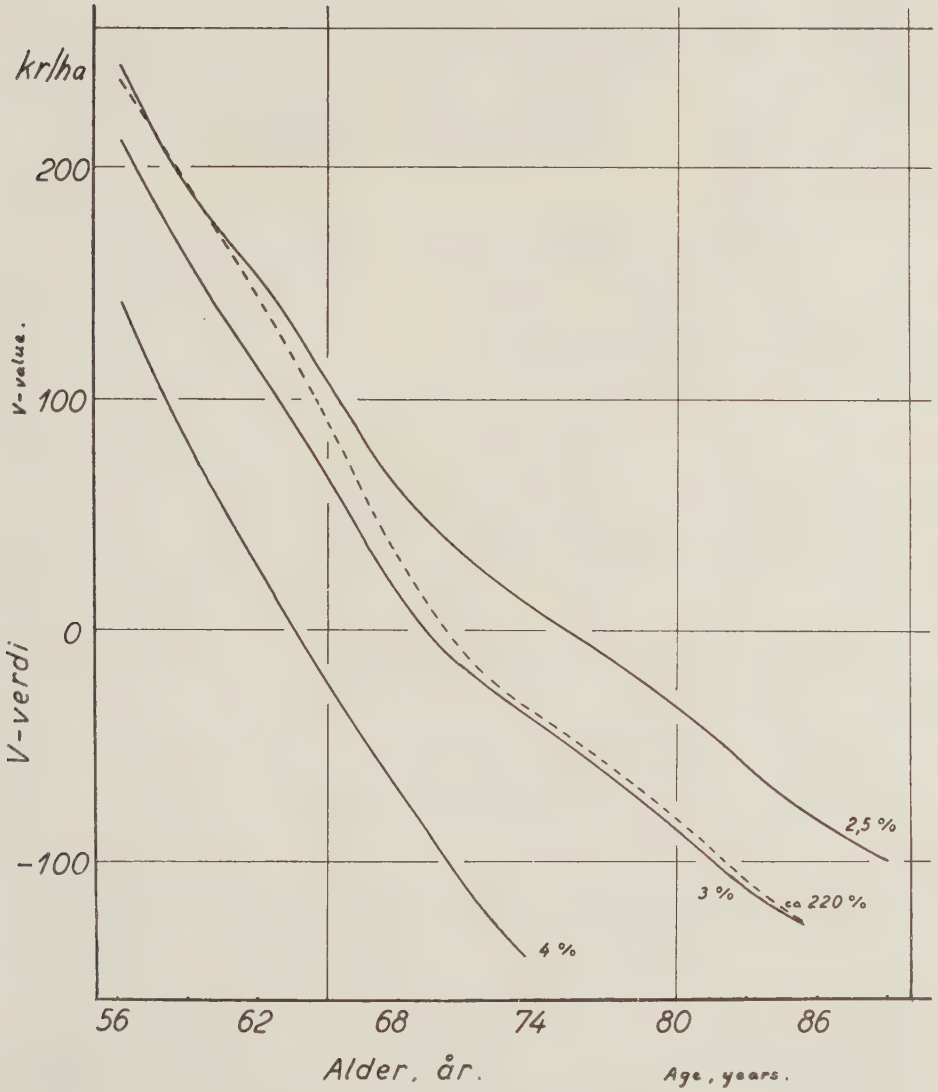


Fig. 17. *v*-verdi, kr. pr. ha. Bonitet B. Rentefot 0,025, 0,03 og 0,04. Basispris kr. 80,— pr. m³. Kostnader kr. 40,— pr. m³. 196 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer. For $p = 0{,}03$ er også tegnet en kurve for 211 % tillegg. *v-value (i.e. the periodic annual value increment less soil rent and capital rent), kr. per ha. Site B. Interest at 2.5, 3 and 4 %. Standard price kr. 80.— per cu. m. Operation costs kr. 40.— per cu. m. 196 % addition to the price table for topmeasured logs. At interest 3 % a graph is plotted also for 211 % addition.*

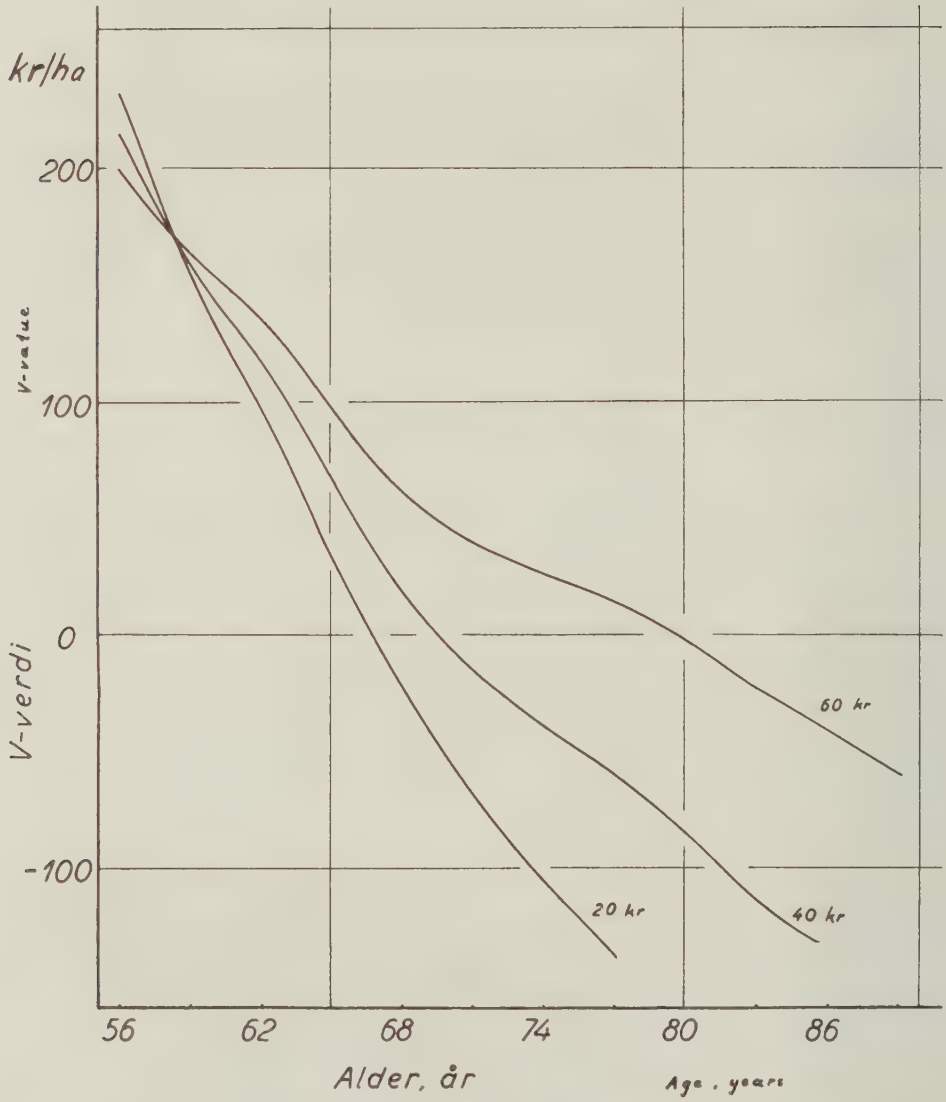


Fig. 18. *v*-verdi kr. pr. ha. Bonitet B. Rentefot 0,03. Basispris kr. 80,— 196 % tillegg til grunnpristabellen Volumkostnader kr. 20,—, kr. 40,— og kr. 60,— pr. m^3. *v-value (see fig. 17), kr. per ha. Site B. Interest at 3 %. Standard price kr. 80.— 196 % addition to the price table for topmeasured logs. Operation costs per cu. m. kroner 20, 40 and 60.*

VII Sammendrag.

I dette arbeidet legger vi fram noen hjelpetabeller for økonomiske kalkyler vedrørende den primære produksjon i granskog. Disse beregningene bygger i første rekke på følgende to avhandlinger: Eide og Langsæter (1941): *Produksjonsundersøkelser i granskog* og

JØRGENSEN (1953 a): *Nogle prisberegningsystemer og deres anvendelse ved grundværdiberegning.*

I kap. II er omtalt beregningen av nyttbar kubikkmasse etter produksjonstabellene. Resultatet er fremstilt i tab. 1. Fig. 1 viser for bonitet B, tynningsgrad II, årlig løpende og årlig gjennomsnittlig tilvekst i total stammemasse og i nyttbar masse. Fig. 2 illustrerer tynningstyrkens innflytelse på produksjonen av nyttbart virke på bonitet C.

På grunnlag av gjeldende omsetningssystem for grantømmer er den reduserte bruttoverdi av det produserte virket beregnet. Resultatet av beregningene er satt opp i tab. 2–4, for tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer på 90, 100 og 110 %, når basisprisen på midtmålt grantømmer er kr. 54,–. Den reduserte bruttoverdi er normert, dvs. den er omregnet til å gjelde for en basispris på midtmålt grantømmer på kr. 1,–.

Fig. 3 viser årlig løpende og gjennomsnittlig verdiproduksjon (i redusert og normert bruttoverdi), for bonitet B, tynningsgrad II. Fig. 4 og fig. 5 viser eksempler på den virkning en forandring i henholdsvis kostnadsfordelingen mellom de enkelte dimensjoner og i tynningsstyrken har på verditilveksten.

Den reduserte bruttoverdi av produksjonen kan beregnes for andre prisnivåer ved å multiplisere de normerte verdier med den aktuelle basispris. Nettoverdien av produksjonen kommer en fram til ved å trekke de volumproporsjonale kostnader fra den reduserte bruttoverdi. Tab. 1 oppfatter vi som en oversikt over normerte volumproporsjonale kostnader. Disse kostnader kan omregnes til å gjelde et annet kostnadsnivå ved å multiplisere med de aktuelle volumproporsjonale kostnader. Beregningen av nettoverdien er da helt elementær. Fig. 6 viser resultatet av en beregning av årlig løpende og gjennomsnittlig nettoverditilvekst. (Se beregningseksemplet under kap. II).

I kap. IV har vi omtalt beregningen av normerte balansetall (JØRGENSEN 1953 a). De normerte balansetall for kostnader er stilt opp i tab. 5 og for redusert bruttoverdi i tab. 6. Fig. 7–9 viser eksempler på diskonteringens virkninger på kapitalverdien. Fig. 10 viser normert balansetal i redusert bruttoverdi for stående trær og totalproduksjon på bonitet B ved forskjellige tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer. De normerte balansetall gjelder for en enkelt omløpstid. Et eksempel på forholdet mellom balansetallet for en omløpstid og balansetallet for all framtid er vist i fig 11. Nettobalansetallet beregnes ved å multiplisere det normerte balansetall for redusert bruttoverdi med basisprisen for slip og trekke fra det

normerte balansetall for kostnader multiplisert med de volumproporsjonale kostnader.

På grunnlag av de normerte balansetall er det utført venteverdiberegninger. Også venteverdien tenkes splittet opp i to serier, en for inntekter — i redusert bruttoverdi — og en for volumproporsjonale kostnader. Resultatet av beregningene er stilt sammen i tab. 7 og er angitt i normerte verdier. I fig. 12—14 er venteverdien — i redusert og normert bruttoverdi — tegnet opp over alderen, og det er vist eksempler på virkningen av forandringer i rentefot, omløpstid, tynningsstyrke, kostnadsfordeling og tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer. Venteverdien beregnes i et aktuelt pris- og kostnadsnivå ved hjelp av tab. 7 etter formelen

$$V_r \cdot P - V_k \cdot d,$$

der V_r og V_k er henholdsvis den normerte venteverdi i redusert bruttoverdi og volumproporsjonale kostnader, mens P er basispris for slip, og d er de aktuelle volumproporsjonale kostnader. I denne formelen er det ikke gjort noe fradrag for kulturutgifter og primære generalkostnader.

I fig. 15—16 er den normerte venteverdi i redusert bruttoverdi og i volumproporsjonale kostnader tegnet opp over markens produksjonsevne. På den måten kan beregningene også brukes for Landsskogtakseringens bonitetssystem. (Beregningseksempel under kap. V).

I kap. VI er omtalt hvordan disse hjelpetabellene kan anvendes i omdriftsberegninger. Nettoverditilveksten, v—verdien, beregnes som bestandets verditilvekst hvorfra trekkes årlige kalkulatoriske rentekostnader på skoggrunn og stående trekapital foruten årlige primære generalkostnader. Bestandets verditilvekst kan beregnes av tab. 1—4. Det samme gjelder bestandets verdi (for renteberegningen), mens grunnverdien beregnes av tab. 7. (Beregningseksempel under kap. VI) I fig. 17—18 er vist eksempler på hvordan v—verdien varierer med kalkulasjonsrentefoten, størrelsen av de volumproporsjonale kostnader og med tillegget til grunnpristabellen for toppmålt tømmer.

Asbjørn Svendsrud

Frits Jørgensen

Litteratur.

DNS: Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen.
VFF: Meddelelser fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon.
SST: Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift.
Brantseg, A. (1951): Kubikk- og produksjonsundersøkelser i vest-norske granplatninger VFF, nr. 28.
Eide, E. og Langsæter, A. (1941): Produksjonsundersøkelser i granskog DNS, nr. 26.
Fryjordet, T. (1952): Om lønnsomheten av å dyrke gran på Vestlandet. VFF, nr. 30.
Grøn, A. Howard (1943): Skovbrugets Driftsøkonomi, 1. afsnit. Kbhvn.
— (1944): Skovbrugets Driftsøkonomi, 2. afsnit. Kbhvn.
Jørgensen, F. (1952): Priskoblingsberegning for fyrstikvirke af asp. DNS, nr. 40.
— (1953 a): Nogle prisberegningssystemer og deres anvendelse ved grundværdiberegning. DNS, nr. 42.
— (1953 b): Skovproduktionens økonomiske avhengighed av træindustriens tekniske krav. Manuskript.
— (1955): Elementære skogøkonomiske problemer. Det Norske Skogselskap 1955.
Jørgensen og Hermansen, N. K. (1950): Skovøkonomiske beregninger II. Dansk Skovforenings Tidsskrift, bd. 14.
Jørgensen og Seip, H. K. (1955): Hogstmodenhet i glissen granskog. Stensiltrykk.
Langsæter, A. (1939): Prisforholdet mellom dimensjonene og kvalitetstilvekst i granskog, Glomma. DNS, nr. 23.
— (1942): Regnskapssammendrag for en del privatskoger 1933–1938. DNS, nr. 32.
— (1945): Hjelpetabeller ved økonomiske kalkyler i skogbruket. I. DNS, nr. 32.
— (1946): Hjelpetabeller ved økonomiske kalkyler i skogbruket. II. DNS, nr. 33.
— (1947): Skogens forrentningsverdi og venteverdi, overskudd og underskudd av hogstmodent virke. DNS, nr. 34.
— (1948): Forelesninger i skogøkonomi (I og II). Stensiltrykk.
Samset, I. (1950): Hogstundersøkelser i norsk granskog. DNS, nr. 37.
Streyffert, Th. (1951 og 1954): Principiella synpunkter på fördelningen av skogsbrukets kostnader. SST, bd. 49 og 52.
Svendsrud, A. (1955): Prisberegninger for smådimensjoner av gran og furu. DNS, nr. 46.

The Money Yield in Spruce Stands in Eastern Norway.

Estimation of the value production to be expected in forestry is a task of central importance to forest economy. To solve the problem the quantity and structure of the yield, the prices of the various products, and finally the production costs and the distribution hereof to the various products must be known. Tables have been prepared for use in such evaluations for *spruce stands in Eastern Norway.*

With regard to quantity and structure of the primary forest production, the Yield Tables (Eide and Langsæter, 1941) provide informations based on a certain treatment, concerning the main crop and thinnings at different ages for the various site qualities.

In Eastern Norway spruce logs are sold after an established mar-

ket system, that implies a clearly defined difference in the gross price of the various tree dimensions. The system is based on a price table for top-measured logs (saw timber) dependent on a fixed price per cu.m. (standard price) for mid-measured logs (pulp wood). This price is independent of the log dimension.

The costs of production may be divided into two main groups, namely costs in connection with cultivation of the trees — primary production costs — and those associated with transport of the products to the place of delivery — secondary production costs.

Besides the *costs of cultivation* primary production costs include expenses connected with administration of the primary production, i. e. the *primary overhead costs.* For the present however, the available informations for estimation of the primary overhead costs throughout the life of the stand, are not satisfactory. Therefore the structure of these costs will not be further discussed. (In practical forest appraisal it has been customary to assume the amount to be the same every year).

Also the secondary costs may be divided into two groups. First, there are the costs that within comparatively wide limits are independent on quantity and structure of the yield, and that is called *secondary overhead costs,* e. g. costs in connection with administration, roads, and houses. Estimation of the secondary overhead costs is often difficult. However, having no influence on the final result, both the primary and the secondary overhead costs may often be disregarded in some types of calculations.

Remains to discuss the secondary costs directly dependent on quantity and dimensional structure of the yield. By means of the usual scedules of payment on piece rate basis and a certain estimated distribution of some of the expenses, these may be referred to the various dimensions. Some costs are connected with the single tree, and some with the volume of the yield. The gross value of one cu.m. of timber with reduction for the costs connected with the single tree, is termed *reduced gross value.* The costs of the tree per cu.m. will decrease with the increase of the tree dimension, and the reduced gross value thus correspondingly increase. The reduced gross value with reduction for the costs estimated per cu.m. gives the net value of the tree dimension concerned.

On the basis of specifications in the Yield Tables regarding the volume and dimension structure of thinnings and main crop, the reduced gross value per hectare has been calculated for the different age classes and site qualities of the two kinds of crop. The results appear in the tables 2—4. The values given apply to a standard price

of kroner 1 for mid-measured logs, and the three tables presuppose different proportions between the prices of mid-measured and top-measured logs (an addition of 90, 100, and 110 % respectively to the standard price table for top-measured logs, at a standard price for mid-measured logs of 54 kroner). In an actual case the reduced gross value per hectare of a stand is calculable on basis of one of these tables by multiplying the value found in the table by the actual price of mid-measured logs. In Table 1 the usable cubic volume per hectare has been calculated for the site qualities and age classes of the Yield Tables. On the basis of this table the direct volume proportional costs (volume costs) per hectare may be calculated by multiplying the values given in the table by the actual volume costs. The net value of the yield of a stand per hectare at a certain age is calculable by subtracting the volume costs from the reduced gross value.

However, the net value of the production is not the only factor of interest. The forest owner will also estimate his earnings according to the point of time at which payment may be expected. In other words, a greater interest will often be attached to the discounted value. Particularly the value of the production discounted to the time of the start of the stand will be of interest in many cases.

Estimation of the net value of the production discounted to 0 year, is possible with the aid of tables 5 and 6 for interests at 2.5, 3, or 4 %. Table 5 gives the discounted values of the usable cubic volume, and Table 6 the discounted values of reduced gross value. The discounted net value of a stand is called the *regulated balance number* of a stand for one rotation, and it is calculable at an actual price and cost level by multiplying the discounted reduced gross value (Table 6) by the actual standard price of mid-measured logs, and from that product to subtract the corresponding discounted volume costs (Table 5) multiplied by the actual costs per cu.m.

By means of the regulated balance number the value of a stand can be calculated. This is meant as an expectation value and comprises the present value of the earnings that may be expected from the stand in the form of thinnings and main crop on presumed continued use of the land for wood production. The expectation value must therefore be deducted the present value of all future cultivation costs and primary maintenance costs.

The expectation value with no reduction for primary production costs may in certain conditions of rotation and interest, be calculated on basis of Table 7. Also here an expectation value has been calculated as reduced gross value at a price of mid-measured

logs of kroner 1 per cu.m., and an expectation value for volume costs of kroner 1 per cu.m. These expectation values are calculated to a given price and cost level by multiplying the values in Table 7 by the actual prices and costs. Net expectation value is then calculated by a subtraction.

The tables here presented may also be used in the calculation of the maturity in a normal stand. Maturity is characterised by a change in the net value increment from a positive to a negative figure. The net value increment consists of a current value increment on the trees, with reduction however for the annual interest on forest land and tree capital. The current value increment on the trees is calculated directly from the tables 1–4, as already mentioned. The same applies to the net value of the stand. The value of the land is calculated by means of Table 7. The net value increment is then found by a subtraction, the current value increment on the trees minus annual interest on the value of the trees and land.

Tabell 1. Nyttbar kubikkmasse, m^3 pr. ha. Tynningsgrad II.
Useable volume, cu. m. per ha. Thinning rate II.
Bonitet A. *Site A.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
26	48	0,6	49		1,9
29	90	1,3	92	14,5	3,2
32	135	8,9	145	17,9	4,5
35	179	13,5	203	19,2	5,8
38	218	19,4	262	19,5	6,9
41	252	24,3	320	19,4	7,8
44	276	31,0	375	18,4	8,5
47	293	34,9	427	17,2	9,1
50	305	36,5	475	16,1	9,5
53	314	35,9	520	15,0	9,8
56	321	35,2	562	14,0	10,0
59	326	34,4	602	13,2	10,2
62	330	33,6	640	12,6	10,3
65	334	32,7	676	12,0	10,4
68	335	31,7	709	11,2	10,4
71	337	30,8	742	10,7	10,4
74	337	29,8	772	10,1	10,4
77	337	28,8	800	9,4	10,4
80	336	27,7	827	9,0	10,3

Tabell 1 fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

29	38	0,5	39		1,3
32	66	2,1	69	10,0	2,1
35	102	4,6	109	13,4	3,1
38	137	6,9	151	14,0	4,0
41	169	10,2	193	14,2	4,7
44	198	13.7	236	14,3	5,4
47	224	17,1	279	14,2	5,9
50	244	20,6	320	13,7	6,4
53	260	24,0	359	13,1	6,8
56	271	25,5	396	12,2	7,1
59	279	25,9	430	11,5	7,3
62	285	26,1	462	10,7	7,5
65	291	25,4	493	10,3	7,6
68	295	25,5	523	9,9	7,7
71	299	24,6	552	9,5	7,8
74	301	23,7	578	8,9	7,8
77	304	22,8	603	8,4	7,8
80	306	22,8	628	8,2	7,8
83	307	21,8	651	7,8	7,8
86	308	21,9	674	7,5	7,8
89	309	20,9	696	7,4	7,8
92	310	20,9	718	7,2	7,8

Tabell 1 fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
34	32	0,8	33	7,0	1,0
38	58	2,2	61	9,8	1,6
42	93	4,6	101	10,4	2,4
46	126	8,2	141	10,8	3,1
50	157	11,8	184	10,7	3,7
54	185	15,5	228	9,8	4,2
58	204	19,2	267	9,2	4,6
62	219	22,7	304	8,7	4,9
66	229	24,4	339	8,3	5,1
70	237	25,8	372	7,9	5,3
74	243	26,1	404	7,5	5,4
78	247	25,4	433	7,0	5,6
82	250	24,5	461	6,7	5,6
86	253	23,6	488	6,5	5,7
90	256	23,7	515	6,1	5,7
94	257	22,8	539	5,9	5,7
98	259	21,8	563	5,5	5,7
102	259	21 9	584		5,7

Tabell 1 fortsatt. Bonitet D.*Site D.*

40	19	0,7	20	4,5	0,5
45	39	2,0	42	6,1	0,9
50	66	3,4	72	6,8	1,4
55	94	6,1	106	7,1	1,9
60	121	8,7	142	6,7	2,4
65	141	13,0	175	6,5	2,7
70	156	17,5	207	6,1	3,0
75	167	20,2	238	5,5	3,2
80	174	19,8	266	5,4	3,3
85	181	21,2	294	5,2	3,5
90	187	19,5	319	5,0	3,5
95	193	19,6	344	4,8	3,6
100	196	19,7	367	4,5	3,7
105	199	19,8	391	4,3	3,7
110	202	18,8	412	4,1	3,7
115	203	19,9	433	3,9	3,8
120	203	18,9	452		3,8

Tabell 1 fortsatt. Bonitet E. *Site E.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
50	17	0,2	17		0,3
55	31	0,8	32	3,0	0,6
60	48	2,1	51	3,8	0,9
65	65	4,1	73	4,2	1,1
70	81	6,2	94	4,4	1,3
75	94	8,0	115	4,2	1,5
80	103	10,3	134	3,9	1,7
85	111	11,7	154	3,8	1,8
90	116	13,1	173	3,7	1,9
95	121	13,4	191	3,6	2,0
100	124	13,6	207	3,4	2,1
105	126	13,7	223	3,2	2,1
110	128	13,8	238	3,1	2,2
115	130	12,8	254	3,0	2,2
120	131	12,9	268	2,8	2,2
125	132	11,9	281	2,5	2,2
130	132	11,9	292	2,4	2,2

Tabell 2. Verdiproduksjon, kr. pr. ha. 90 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer ved basispris kr. 54,—.
Redusert og normert bruttoverdi. Tynningsgrad II.
Money yield, kr. per ha. 90 % addition to the price table for topmeasured logs at a standard price kr. 54.— per cu. m. Reduced and regulated gross value. Thinning rate II.
Bonitet A. *Site A.*

26	29	0,2	29		1,1
29	62	0,9	63	11,3	2,2
32	103	6,2	110	15,5	3,4
35	145	10,5	163	17,6	4,7
38	185	16,1	219	19,0	5,8
41	225	20,8	280	20,0	6,8
44	256	27,7	339	19,6	7,7
47	280	32,2	395	18,8	8,4
50	299	34,8	448	17,8	9,0
53	314	35,4	499	16,8	9,4
56	328	35,1	548	16,1	9,8
59	338	35,0	593	15,2	10,0
62	347	34,8	636	14,6	10,3
65	355	34,2	679	13,9	10,5
68	361	33,7	718	13,4	10,6
71	367	33,1	757	12,7	10,7
74	370	32,2	793	11,9	10,7
77	372	31,4	826	11,3	10,7
80	374	30,6	859	10,8	10,7

Tabell 2 fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
29	21	0,2	21		0,7
32	43	1,3	44	7,9	1,4
35	75	3,1	79	11,2	2,3
38	105	5,0	114	12,2	3,0
41	137	8,1	155	13,3	3,8
44	168	11,2	196	13,9	4,5
47	197	14,4	240	14,3	5,1
50	221	17,8	282	14,3	5,6
53	242	21,5	325	14,0	6,1
56	259	23,4	365	13,4	6,5
59	272	24,4	403	12,7	6,8
62	284	25,1	439	12,1	7,1
65	294	24,9	474	11,7	7,3
68	303	25,3	509	11,4	7,5
71	310	24,8	541	10,8	7,6
74	316	24,2	571	10,2	7,7
77	322	23,5	600	9,7	7,8
80	327	23,8	629	9,5	7,9
83	332	22,9	657	9,2	7,9
86	335	23,1	683	9,0	8,0
89	340	22,3	710	8,8	8,0
92	343	22,6	736	8,7	8,0

Tabell 2 fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

34	18	0,1	18		0,5
38	40	1,3	41	5,7	1,1
42	68	3,1	73	7,8	1,7
46	96	5,9	107	8,8	2,3
50	126	9,4	146	9,9	2,9
54	157	12,8	189	10,5	3,5
58	182	16,3	231	10,4	4,0
62	202	19,9	271	9,9	4,4
66	215	22,0	306	9,2	4,6
70	227	23,9	342	8,8	4,9
74	237	24,8	376	8,4	5,1
78	244	24,6	409	8,1	5,2
82	251	24,1	439	7,7	5,4
86	257	23,6	469	7,5	5,5
90	263	23,9	499	7,3	5,5
94	267	23,0	526	6,9	5,6
98	271	22,2	552	6,6	5,6
102	274	22,7	577	6,3	5,7

Tabell 2 fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
40	10	0,2	10		0,3
45	26	1,0	27	3,2	0,6
50	48	1,9	50	4,7	1,0
55	72	4,4	80	5,8	1,5
60	97	6,8	112	6,3	1,9
65	118	10,4	143	6,4	2,2
70	135	14,6	175	6,4	2,5
75	150	17,3	207	6,3	2,8
80	161	17,5	235	5,8	2,9
85	171	19,1	264	5,6	3,1
90	179	18,0	290	5,3	3,2
95	186	18,4	316	5,2	3,3
100	191	18,9	340	4,9	3,4
105	197	19,2	365	4,8	3,5
110	202	18,4	388	4,6	3,5
115	204	19,6	410	4,4	3,6
120	206	18,9	431	4,2	3,6

Tabell 2 fortsatt. Bonitet E. *Site E.*

50	10	0,1	10		0,2
55	20	0,5	20	2,0	0,4
60	34	1,3	36	3,0	0,6
65	48	2,9	52	3,4	0,8
70	62	4,5	71	3,7	1,0
75	75	6,0	90	3,7	1,2
80	85	8,0	108	3,6	1,4
85	93	9,4	126	3,5	1,5
90	100	10,8	144	3,5	1,6
95	106	11,3	161	3,4	1,7
100	110	11,7	177	3,2	1,8
105	114	12,0	192	3,0	1,8
110	116	12,2	207	3,0	1,9
115	119	11,5	221	2,9	1,9
120	121	11,7	235	2,8	2,0
125	123	10,8	247	2,5	2,0
130	124	10,9	259	2,4	2,0

Tabell 3. Verdiproduksjon, kr. pr. ha. 100 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer ved basispris kr. 54,—. Redusert og normert bruttoverdi.

Tynningsgrad II.

Money yield, kr. per ha. 100 % addition to the price table for topmeasured logs at a standard price kr. 54.— per cu. m. Reduced and regulated gross value. Thinning rate II.

Bonitet A. *Site A.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
26	30	0,3	31		1,2
29	63	1,0	64	11,2	2,2
32	103	6,7	111	15,5	3,5
35	145	10,8	164	17,6	4,7
38	185	16,1	220	19,2	5,8
41	227	21,1	283	20,6	6,9
44	261	28,1	345	21,0	7,8
47	290	33,1	407	20,5	8,7
50	310	36,0	464	19,0	9,3
53	328	36,7	518	18,1	9,8
56	343	36,9	570	17,1	10,2
59	354	36,7	618	16,1	10,5
62	364	36,4	664	15,3	10,7
65	372	35,9	708	14,5	10,9
68	377	35,3	748	13,7	11,0
71	382	34,6	788	13,1	11,1
74	387	33,8	826	12,6	11,2
77	389	32,9	861	11,8	11,2
80	391	31,9	895	11,2	11,2

Tabell 3 fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

29	21	0,2	21		0,7
32	43	1,3	45	7,9	1,4
35	75	3,2	79	11,3	2,3
38	105	5,3	115	12,3	3,0
41	137	8,1	155	13,3	3,8
44	168	11,2	197	14,0	4,5
47	197	14,5	241	14,6	5,1
50	225	18,0	287	15,1	5,7
53	248	21,8	332	15,1	6,3
56	267	23,9	375	14,3	6,7
59	282	25,1	415	13,4	7,0
62	294	26,0	453	12,8	7,3
65	306	25,9	491	12,3	7,5
68	315	26,3	526	11,7	7,7
71	322	25,9	559	11,1	7,9
74	328	25,2	590	10,6	8,0
77	335	24,6	622	10,3	8,1
80	341	24,9	652	10,0	8,2
83	345	23,8	681	9,7	8,2
86	348	24,4	708	9,3	8,2
89	352	23,4	736	9,1	8,3
92	355	23,6	762	8,9	8,3

Tabell 3 fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
34	19	0,4	20		0,6
38	40	1,6	42	5,6	1,1
42	68	3,5	74	7,8	1,8
46	97	6,5	109	9,0	2,4
50	127	9,5	148	9,9	3,0
54	158	13,1	192	10,7	3,6
58	183	16,5	234	10,7	4,0
62	205	20,2	276	10,4	4,5
66	223	22,4	317	10,0	4,8
70	236	24,5	354	9,4	5,1
74	247	25,6	390	9,0	5,3
78	255	25,5	424	8,5	5,4
82	263	25,1	457	8,2	5,6
86	270	24,6	490	8,0	5,7
90	276	25,0	520	7,7	5,8
94	281	24,3	549	7,3	5,8
98	285	23,5	577	7,0	5,9
102	287	23,8	603	6,5	5,9

Tabell 3 fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

40	10	0,2	10		0,3
45	26	1,0	27	3,2	0,6
50	48	1,9	51	4,7	1,0
55	72	4,6	80	5,9	1,4
60	98	7,0	112	6,4	1,9
65	119	10,6	144	6,5	2,2
70	137	14,6	177	6,6	2,5
75	153	17,4	210	6,5	2,8
80	166	17,7	241	6,3	3,0
85	176	19,8	271	6,0	3,2
90	186	18,6	300	5,8	3,3
95	195	19,1	328	5,6	3,4
100	201	19,6	354	5,3	3,5
105	207	20,0	379	5,0	3,6
110	212	19,3	403	4,8	3,7
115	214	20,6	426	4,6	3,7
120	216	19,8	448	4,4	3,7

Tabell 3 fortsatt. Bonitet E. *Site E.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
50	10	0,1	10		0,2
55	20	0,5	21	2,1	0,4
60	34	1,5	36	3,0	0,6
65	48	2,9	53	3,4	0,8
70	62	4,6	71	3,7	1,0
75	75	6,1	90	3,8	1,2
80	86	8,1	110	3,8	1,4
85	94	9,5	127	3,7	1,5
90	102	10,9	146	3,7	1,6
95	109	11,4	164	3,6	1,7
100	113	11,8	180	3,3	1,8
105	117	12,2	197	3,2	1,9
110	120	12,4	212	3,1	1,9
115	123	11,8	227	3,0	2,0
120	125	12,0	241	2,8	2,0
125	127	11,2	254	2,6	2,0
130	127	11,4	266	2,4	2,0

Tabell 4. Verdiproduksjon, kr. pr. ha. 110 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt tømmer ved basispris kr. 54,—. Redusert og normert bruttoverdi. Tynningsgrad II.
Money yield, kr. per ha. 110 % addition to the price table for topmeasured logs at a standard price kr. 54.— per cu. m. Reduced and regulated gross value. Thinning rate II.
Bonitet A. *Site A.*

26	30	0,3	31		1,2
29	63	1,0	64	11,2	2,2
32	104	6,7	112	15,9	3,5
35	147	10,8	166	17,9	4,7
38	190	16,4	226	19,9	5,9
41	232	21,4	289	21,2	7,0
44	271	28,7	356	22,1	8,1
47	301	33,7	420	21,2	8,9
50	323	36,9	478	19,9	9,6
53	343	37,8	536	19,0	10,1
56	359	38,0	590	18,1	10,5
59	372	38,0	641	17,0	10,9
62	382	37,8	689	16,0	11,1
65	390	37,2	735	15,0	11,3
68	395	36,6	776	14,1	11,4
71	401	36,1	818	13,6	11,5
74	404	35,3	857	13,0	11,6
77	408	34,5	894	12,5	11,6
80	409	33,6	930	11,9	11,6

Tabell 4 fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
29	22	0,2	22		0,8
32	44	1,3	45	7,9	1,4
35	76	3,3	80	11,3	2,3
38	106	5,3	116	12,3	3,0
41	140	8,2	158	13,8	3,9
44	171	11,4	201	14,5	4,6
47	203	14,8	247	15,4	5,3
50	231	18,3	294	15,6	5,9
53	256	22,2	341	15,4	6,4
56	275	24,7	385	14,8	6,9
59	292	26,0	428	14,2	7,3
62	305	27,0	468	13,5	7,5
65	317	26,9	507	13,0	7,8
68	327	27,4	544	12,3	8,0
71	334	26,9	578	11,5	8,1
74	341	26,3	611	11,1	8,3
77	349	25,6	644	10,9	8,4
80	355	25,9	677	10,6	8,5
83	360	25,1	707	10,1	8,5
86	364	25,4	736	9,9	8,6
89	369	24,5	765	9,7	8,6
92	372	24,7	794	9,4	8,6

Tabell 4 fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

34	20	0,4	20		0,6
38	40	1,6	42	5,6	1,1
42	69	3,5	74	7,9	1,8
46	98	6,5	110	9,0	2,4
50	129	9,5	150	10,1	3,0
54	161	13,1	195	11,1	3,6
58	188	16,9	240	11,1	4,1
62	211	21,0	284	11,0	4,6
66	229	23,4	325	10,4	4,9
70	244	25,3	365	10,0	5,2
74	256	26,4	403	9,5	5,4
78	265	26,2	439	8,9	5,6
82	273	25,8	472	8,5	5,8
86	280	25,5	505	8,2	5,9
90	286	25,9	537	7,9	6,0
94	291	25,2	567	7,6	6,0
98	296	24,4	596	7,3	6,1
102	300	24,8	625	7,0	6,1

Tabell 4 fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

Alder *Age*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Årlig tilvekst *Periodic annual increment*	Middeltilvekst *Mean annual increment*
40	10	0,2	11		0,3
45	26	1,0	27	3,3	0,6
50	48	2,1	51	4,7	1,0
55	73	4,6	80	5,9	1,5
60	98	7,0	113	6,5	1,9
65	121	10,7	146	6,7	2,3
70	140	14,7	180	6,8	2,6
75	156	17,7	214	6,7	2,9
80	170	18,2	246	6,5	3,1
85	182	20,3	278	6,3	3,3
90	192	19,2	308	6,0	3,4
95	201	19,9	337	5,8	3,5
100	208	20,3	364	5,5	3,6
105	214	20,7	391	5,3	3,7
110	220	19,9	416	5,0	3,8
115	222	21,3	440	4,8	3,8
120	223	20,5	461	4,5	3,8

Tabell 4 fortsatt. Bonitet E. *Site E.*.

50	10	0,2	10		0,2
55	20	0,5	21	2,2	0,4
60	34	1,5	36	3,0	0,6
65	48	2,9	53	3,4	0,8
70	62	4,6	72	3,7	1,0
75	76	6,1	92	4,0	1,2
80	87	8,1	111	3,9	1,4
85	96	9,5	129	3,7	1,5
90	103	11,0	148	3,7	1,6
95	110	11,5	166	3,6	1,8
100	115	12,0	183	3,4	1,8
105	120	12,4	200	3,4	1,9
110	123	12,8	216	3,3	2,0
115	127	12,2	232	3,2	2,0
120	130	12,4	247	3,0	2,1
125	132	11,6	261	2,8	2,1
130	133	11,8	274	2,6	2,1

Tabell 5. Normerte balansetall, kostnader, pr ha. Tynningsgrad II.
Regulated balance numbers, volume costs, per ha. Thinning rate II.
Bonitet A. *Site A.*

Alder *Age*	$p = 0{,}025$			$p = 0{,}03$			$p = 0{,}04$		
	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*
26	25,3	0,3	25,6	22,3	0,3	22,6	17,3	0,2	17,5
29	44,0	0,7	45,0	38,2	0,5	39,0	28,9	0,4	29,5
32	61,3	4,0	66,3	52,4	3,4	56,6	38,5	2,5	41,6
35	75,4	5,8	86,2	63,6	4,9	72,7	45,4	3,5	52,0
38	85,3	7,6	103,7	70,9	6,3	86,3	49,1	4,4	60,1
41	91,6	8,9	118,9	75,0	7,3	97,7	50,5	4,7	66,2
44	93,1	10,5	130,9	75,2	8,5	106,4	49,1	5,6	70,4
47	91,8	10,9	140,5	73,0	8,6	112,8	46,4	5,5	73,2
50	88,7	10,7	148,1	69,6	8,4	117,8	42,9	5,1	74,8
53	84,8	9,7	153,9	65,5	7,5	121,2	39,3	4,5	75,7
56	80,5	8,8	158,4	61,3	6,8	123,8	35,7	3,9	76,0
59	75,9	8,0	161,8	57,0	6,0	125,5	32,2	3,4	75,9
62	71,4	7,3	164,6	52,8	5,3	126,6	29,0	2,9	75,6
65	67,1	6,5	166,8	48,9	4,8	127,5	26,1	2,6	75,3
68	62,5	5,9	168,1	44,9	4,3	127,8	23,3	2,2	74,7
71	58,4	5,3	169,3	41,3	3,8	128,0	20,8	1,9	74,1
74	54,2	4,8	169,9	37,8	3,4	127,9	18,5	1,6	73,4
77	50,3	4,3	170,3	34,6	3,0	127,7	16,4	1,4	72,7
80	46,6	3,9	170,5	31,6	2,6	127,3	14,6	1,2	72,1

Tabell 5 fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

29	18,6	0,3	18,9	16,1	0,2	16,3	12,2	0,2	12,4
32	29,9	1,0	31,2	25,6	0,9	26,7	18,8	0,6	19,6
35	43,0	2,0	46,3	36,2	1,7	39,0	25,8	1,2	27,8
38	53,6	2,8	59,7	44,6	2,3	49,7	30,9	1,6	34,5
41	61,4	3,8	71,3	50,3	3,1	58,5	33,8	2,1	39,5
44	66,8	4,6	81,3	53,9	3,7	65,8	35,3	2,4	43,4
47	70,2	5,4	90,1	55,8	4,3	72,0	35,5	2,8	46,4
50	71,0	6,0	96,9	55,7	4,6	76,5	34,3	2,8	48,0
53	70,2	6,4	102,5	54,3	5,0	80,1	32,5	3,0	49,2
56	68,0	6,4	106,7	51,8	4,9	82,5	30,1	2,8	49,6
59	65,0	6,0	109,7	48,8	4,5	84,0	28,6	2,6	50,7
62	61,7	5,6	112,0	45,6	4,1	84,9	25,0	2,3	49,4
65	58,5	5,1	113,9	42,6	3,7	85,6	22,7	2,0	49,1
68	55,0	4,8	115,2	39,5	3,4	85,9	20,5	1,8	48,7
71	51,8	4,2	116,2	36,7	3,0	86,1	18,5	1,5	48,2
74	48,4	3,8	116,6	33,8	2,6	85,8	16,5	1,3	47,5
77	45,4	3,4	117,0	31,2	2,4	85,6	14,8	1,1	46,9
80	42,4	3,2	117,2	28,8	2,2	85,4	13,3	1,0	46,4
83	39,5	2,8	117,1	26,4	1,9	84,9	11,8	0,9	45,8
86	36,8	2,6	117,0	24,2	1,7	84,4	10,6	0,8	45,4
89	34,3	2,3	116,8	22,3	1,5	84,0	9,4	0,7	44,9
92	32,0	2,2	116,7	20,4	1,4	83,5	8,4	0,6	44,5

Tabell 5 fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

Alder *Age*	$p = 0{,}025$			$p = 0{,}03$			$p = 0{,}04$		
	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*
34	13,8	0,3	14,1	11,7	0,3	12,0	8,4	0,2	8,6
38	22,7	0,9	23,9	18,9	0,8	20,0	13,1	0,5	13,8
42	33,0	1,6	35,8	26,9	1,4	29,4	17,9	0,9	19,5
46	40,5	2,7	46,0	32,3	2,1	36,9	20,7	1,3	23,6
50	45,7	3,5	54,7	35,8	2,7	43,1	22,1	1,7	26,7
54	48,8	4,1	61,9	37,5	3,2	48,0	22,3	1,9	28,8
58	48,7	4,6	66,4	36,7	3,5	50,7	21,0	2,0	29,5
62	47,4	4,9	70,0	35,0	3,6	52,6	19,2	2,0	29,7
66	44,9	4,8	72,3	32,6	3,5	53,7	17,2	1,9	29,6
70	42,1	4,6	74,1	29,9	3,3	54,3	15,2	1,6	29,2
74	39,1	4,2	75,3	27,3	2,9	54,6	13,3	1,5	28,8
78	36,0	3,7	75,9	24,6	2,5	54,4	11,6	1,2	28,3
82	33,0	3,2	76,1	22,1	2,2	54,1	10,0	1,0	27,7
86	30,3	2,9	76,3	19,9	1,9	53,8	8,7	0,8	27,2
90	27,7	2,6	76,3	17,9	1,7	53,5	7,5	0,7	26,7
94	25,2	2,3	76,1	16,0	1,4	53,0	6,4	0,6	26,2
98	23,0	2,1	76,0	14,3	1,2	52,5	5,5	0,5	25,8
102	20,9	1,8	75,7	12,7	1,1	52,0	4,7	0,4	25,4

Tabell 5 fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

40	7,1	0,3	7,4	5,8	0,2	6,0	4,0	0,1	4,1
45	12,8	0,6	13,7	10,3	0,5	11,0	6,7	0,3	7,1
50	19,2	1,0	21,1	15,1	0,8	16,6	9,3	0,5	10,2
55	24,2	1,6	27,7	18,5	1,2	21,2	10,9	0,7	12,5
60	27,5	2,0	33,0	20,5	1,5	24,7	11,5	0,8	13,9
65	28,3	2,6	36,4	20,6	1,9	26,7	11,0	1,0	14,4
70	27,7	3,1	38,9	19,7	2,3	28,1	10,0	1,1	14,5
75	26,2	3,2	40,6	18,2	2,2	28,8	8,8	1,1	14,4
80	24,1	2,7	41,2	16,4	1,9	28,9	7,5	0,8	13,9
85	22,2	2,6	41,9	14,7	1,8	29,0	6,5	0,8	13,7
90	20,3	2,1	42,1	13,1	1,7	29,1	5,5	0,6	13,3
95	18,5	1,9	42,2	11,6	1,2	28,8	4,6	0,5	12,9
100	16,6	1,7	42,0	10,2	1,0	28,4	3,9	0,4	12,6
105	14,9	1,5	41,8	8,9	0,9	28,0	3,2	0,3	12,2
110	13,4	1,3	41,6	7,8	0,7	27,6	2,7	0,3	12,0
115	11,9	1,2	41,3	6,8	0,7	27,3	2,2	0,2	11,7
120	10,5	1,1	41,0	5,8	0,5	26,8	1,8	0,2	11,5

Tabell 5 fortsatt. Bonitet E. *Site E.*

Alder *Age*	$p = 0{,}025$			$p = 0{,}03$			$p = 0{,}04$		
	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*
50	4,9	0,1	5,0	3,9	0,1	4,0	2,4	–	2,4
55	8,0	0,2	8,3	6,1	0,2	6,4	3,6	0,1	3,7
60	10,9	0,5	11,7	8,1	0,3	8,7	4,6	0,2	4,9
65	13,1	0,8	14,7	9,5	0,6	10,7	5,1	0,3	5,7
70	14,4	1,1	17,1	10,2	0,8	12,2	5,2	0,4	6,2
75	14,8	1,3	18,8	10,2	0,9	13,1	5,0	0,4	6,4
80	14,3	1,5	19,8	9,7	0,9	13,5	4,5	0,4	6,3
85	13,6	1,4	20,5	9,0	1,0	13,8	4,0	0,5	6,3
90	12,6	1,4	20,9	8,1	0,9	13,8	3,4	0,4	6,1
95	11,6	1,3	21,2	7,3	0,8	13,8	2,9	0,3	5,9
100	10,5	1,2	21,3	6,5	0,7	13,7	2,5	0,3	5,8
105	9,4	1,0	21,2	5,7	0,6	13,5	2,1	0,2	5,6
110	8,5	0,9	21,2	5,0	0,5	13,3	1,7	0,2	5,4
115	7,6	0,8	21,1	4,3	0,4	13,0	1,4	0,1	5,2
120	6,8	0,7	21,0	3,8	0,4	12,9	1,2	0,1	5,1
125	6,0	0,5	20,7	3,3	0,3	12,7	1,0	0,1	5,0
130	5,3	0,5	20,5	2,8	0.3	12,5	0,8	0,1	4,9

Tabell 6. Normerte balansetall, redusert bruttoverdi, pr. ha. Tynningsgrad II.
Regulated balance numbers, reduced gross value, per ha. Thinning rate II.
Bonitet A. *Site A.*

26	15,9	0,2	16,1	14,0	0,1	14,1	10,9	0,1	11,0
29	30,7	0,5	31,4	26,6	0,4	27,1	20,1	0,3	20,5
32	46,7	3,0	50,4	40,0	2,6	43,1	29,4	1,9	31,7
35	61,1	4,5	69,3	51,5	3,8	58,4	36,7	2,7	41,7
38	72,5	6,3	87,0	60,3	5,2	72,4	41,7	3,6	50,3
41	82,5	7,7	104,7	67,6	6,3	86,0	45,5	4,2	58,3
44	88,0	9,5	119,7	71,1	7,7	97,2	46,5	5,0	64,3
47	90,8	10,4	132,9	72,2	8,2	106,5	45,9	5,3	69,0
50	90,3	10,5	142,9	70,8	8,2	112,9	43,7	5,0	71,8
53	88,7	9,9	151,2	68,5	7,6	118,6	41,0	4,6	73,7
56	86,0	9,2	157,7	65,6	7,1	122,8	38,1	4,1	74,9
59	82,5	8,6	162,8	61,9	6,4	125,5	35,0	3,7	75,5
62	78,7	7,9	166,9	58,3	5,8	127,7	32,0	3,2	75,7
65	74,7	7,2	170,1	54,4	5,2	129,0	29,2	2,8	75,7
68	70,4	6,6	172,4	50,6	4,7	129,9	26,2	2,4	75,1
71	66,4	6,0	174,4	47,1	4,2	130,6	23,6	2,1	74,6
74	62,2	5,4	175,6	43,3	3,8	130,6	21,2	1,8	74,0
77	58,1	4,9	176,4	39,9	3,4	130,6	19,0	1,6	73,4
80	54,1	4,5	176,9	36,7	3,0	130,4	16,8	1,4	72,6

Tabell 6 fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

Alder *Age*	$p = 0{,}025$			$p = 0{,}03$			$p = 0{,}04$		
	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*
29	10,1	0,1	10,2	8,8	0,1	8,9	6,6	0,1	6,7
32	19,6	0,6	20,3	16,8	0,5	17,4	12,3	0,4	12,8
35	31,6	1,5	33,8	26,7	1,2	28,5	19,0	0,8	20,3
38	41,1	2,0	45,3	34,1	1,7	37,6	23,7	1,2	26,2
41	49,9	3,0	57,1	40,8	2,4	46,7	27,5	1,6	31,6
44	56,7	3,8	67,7	45,8	3,1	54,8	30,0	2,0	36,1
47	61,9	4,6	77,5	49,0	3,7	61,7	31,2	2,3	39,6
50	65,4	5,3	86,3	51,3	4,1	68,1	31,6	2,5	42,5
53	67,0	5,9	93,8	51,8	4,6	73,2	31,0	2,8	44,7
56	67,1	6,1	100,0	51,1	4,6	77,1	29,7	2,7	46,1
59	65,8	5,9	104,6	49,3	4,4	79,7	27,9	2,5	46,8
62	63,5	5,6	107,9	47,0	4,2	81,6	25,8	2,3	47,0
65	61,5	5,2	111,1	44,8	3,8	83,2	23,9	2,1	47,2
68	58,8	5,0	113,4	42,1	3,6	84,1	21,9	1,8	47,0
71	55,9	4,5	115,0	39,6	3,2	84,8	19,9	1,6	46,6
74	52,8	4,1	116,0	36,9	2,8	84,9	18,0	1,4	46,1
77	50,1	3,6	116,9	34,4	2,6	85,0	16,3	1,2	45,6
80	47,2	3,5	117,5	32,0	2,4	85,0	14,8	1,1	45,2
83	44,4	3,1	117,8	29,7	2,1	84,8	13,3	0,9	44,6
86	41,7	2,9	118,0	27,4	1,9	84,4	11,9	0,8	44,0
89	39,1	2,6	118,0	25,4	1,7	84,1	10,7	0,7	43,5
92	36,7	2,5	118,1	23,1	1,6	83,4	9,6	0,6	43,0

Tabell 6 fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

34	8,4	0,2	8,6	7,1	0,1	7,2	5,1	0,1	5,2
38	15,7	0,6	16,5	13,1	0,5	13,7	9,1	0,4	9,6
42	24,2	1,2	26,2	19,7	1,0	21,3	13,2	0,7	14,4
46	31,2	2,1	35,3	24,9	1,6	28,1	15,9	1,0	18,1
50	37,0	2,8	43,9	28,9	2,1	34,2	17,9	1,3	21,4
54	41,6	3,4	51,9	32,0	2,7	40,0	19,0	1,6	24,1
58	43,6	4,0	57,9	32,9	3,0	43,9	18,8	1,7	25,6
62	44,3	4,4	63,0	32,8	3,2	47,0	18,1	1,8	26,7
66	43,7	4,4	66,8	31,6	3,2	49,0	16,7	1,7	27,0
70	41,8	4,4	69,3	29,8	3,1	50,3	15,1	1,5	26,9
74	39,7	4,1	71,3	27,7	2,9	51,1	13,6	1,4	26,8
78	37,1	3,7	72,4	25,4	2,6	51,4	12,0	1,2	26,4
82	34,4	3,3	73,0	23,3	2,2	51,5	10,5	1,0	25,9
86	32,3	3,0	73,9	21,2	1,9	51,3	9,3	0,8	25,5
90	29,9	2,7	74,2	19,3	1,8	51,2	8,1	0,7	25,0
94	27,5	2,4	74,2	17,4	1,5	50,8	7,0	0,6	24,5
98	25,4	2,1	74,2	15,7	1,3	50,4	6,1	0,5	24,1
102	23,1	1,9	73,8	14,1	1,2	50,0	5,3	0,4	23,7

Tabell 6 fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

Alder *Age*	$p = 0{,}025$			$p = 0{,}03$			$p = 0{,}04$		
	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*	Stående trær *Main crop*	Felte trær *Thinnings*	Ialt *Total*
40	3,9	0,1	4,0	3,2	0,1	3,3	2,2	–	2,2
45	8,5	0,3	8,9	6,8	0,3	7,2	4,4	0,2	4,6
50	13,8	0,6	14,8	10,8	0,4	11,6	6,7	0,3	7,2
55	18,5	1,1	20,6	14,2	0,9	15,9	8,3	0,5	9,3
60	22,2	1,6	25,9	16,6	1,2	19,5	9,3	0,6	10,9
65	23,8	2,1	29,6	17,3	1,5	21,7	9,2	0,8	11,6
70	24,3	2,6	32,7	17,3	1,9	23,6	8,8	1,0	12,2
75	24,0	2,8	35,2	16,7	1,9	24,9	8,1	0,9	12,4
80	22,9	2,4	36,5	15,6	1,7	25,5	7,2	0,8	12,3
85	21,6	2,4	37,6	14,3	1,6	25,8	6,3	0,7	12,1
90	20,2	2,0	38,2	13,0	1,3	25,8	5,5	0,6	11,9
95	18,7	1,8	38,5	11,8	1,1	25,7	4,7	0,5	11,6
100	17,0	1,7	38,5	10,5	1,0	25,4	4,0	0,4	11,3
105	15,5	1,5	38,5	9,3	0,9	25,1	3,4	0,3	11,0
110	14,0	1,3	38,3	8,2	0,7	24,7	2,8	0,3	10,7
115	12,5	1,2	38,0	7,1	0,7	24,3	2,3	0,2	10,4
120	11,1	1,0	37,6	6,3	0,5	24,0	1,9	0,2	10,2

Tabell 6 fortsatt. Bonitet E. *Site E.*

50	3,0	–	3,0	2,3	–	2,3	1,4	–	1,4
55	5,2	0,1	5,3	3,9	0,1	4,0	2,3	0,1	2,4
60	7,8	0,3	8,2	5,8	0,2	6,1	3,2	0,1	3,4
65	9,7	0,6	10,7	7,1	0,4	7,8	3,8	0,2	4,2
70	11,0	0,7	12,7	7,8	0,6	9,1	3,9	0,3	4,6
75	11,7	1,0	14,4	8,2	0,7	10,2	4,0	0,3	5,0
80	11,8	1,1	15,6	8,1	0,8	10,9	3,7	0,3	5,0
85	11,5	1,2	16,5	7,6	0,8	11,2	3,4	0,3	5,0
90	11,0	1,2	17,2	7,1	0,8	11,5	3,0	0,3	4,9
95	10,4	1,1	17,7	6,6	0,7	11,7	2,6	0,3	4,8
100	9,6	1,0	17,9	5,9	0,6	11,6	2,2	0,2	4,6
105	8,8	0,9	18,0	5,2	0,5	11,4	1,9	0,2	4,5
110	8,0	0,8	18,0	4,7	0,5	11,4	1,6	0,2	4,4
115	7,3	0,7	18,0	4,1	0,4	11,2	1,3	0,1	4,2
120	6,4	0,6	17,7	3,6	0,4	11,1	1,1	0,1	4,1
125	5,8	0,5	17,6	3,1	0,3	10,9	1,0	0,1	4,1
130	5,2	0,4	17,4	2,8	0,3	10,9	0,8	0,1	4,0

Tabell 7a. Venteverdi. Tynningsgrad II.
Expectation value. Thinning rate II.
$p = 0{,}025$. *Interest at 2,5 %.*
Bonitet A. *Site A.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	62	71	80	62	71	80
0	214	212	206	210	204	198
5	241	240	233	238	231	224
10	273	271	263	269	262	254
15	309	305	298	304	296	287
20	349	347	337	344	335	325
25	396	390	380	390	379	367
30	444	438	429	434	423	410
35	486	480	468	473	460	445
40	520	513	500	498	483	466
45	541	534	517	511	495	476
50	552	544	526	517	498	477
55	562	553	532	524	503	479
60	572	563	539	535	511	483
65		575	548		521	490
70		590	560		536	500
75			577			515
80			596			535

Tabell 7 a fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	71	80	89	71	80	89
0	139	136	133	140	136	131
5	157	154	150	159	155	149
10	180	174	170	180	174	168
15	202	197	192	204	198	190
20	228	223	217	230	223	215
25	258	253	246	261	252	243
30	291	284	277	293	283	274
35	325	316	310	326	315	304
40	356	347	340	353	341	329
45	383	374	364	377	363	349
50	406	395	384	394	379	362
55	420	407	395	404	387	368
60	432	417	404	413	394	373
65	444	428	413	424	402	378
70	457	439	422	436	412	384
75		454	434		425	395
80		473	450		442	408
85			468			424

Tabell 7a fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	82	94	102	82	94	102
0	84	82	80	87	84	82
5	95	93	91	99	95	93
10	108	105	103	112	108	105
15	122	119	117	127	122	119
20	138	135	132	143	138	135
25	156	152	149	162	156	152
30	176	172	169	183	177	172
35	199	194	190	206	199	194
40	222	217	212	229	222	216
45	244	239	233	250	241	234
50	265	258	253	270	259	252
55	283	275	268	285	272	264
60	297	289	281	296	283	274
65	308	299	290	305	289	280
70	318	307	298	312	295	283
75	328	315	305	320	300	287
80	339	325	314	330	308	293
85		336	322		318	300
90		348	333		330	310
95			345			320
100			360			334

Tabell 7a fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	90	100	110	90	100	110
0	43	42	41	47	46	44
5	48	47	46	53	52	50
10	55	54	52	60	59	57
15	62	61	59	68	67	64
20	70	69	67	78	75	73
25	79	78	76	87	85	82
30	90	88	86	99	96	93
35	101	100	97	112	109	105
40	115	113	110	126	122	118
45	129	127	123	140	137	132
50	144	142	138	155	151	146
55	159	156	152	170	165	159
60	173	170	165	183	178	171
65	185	182	176	194	188	181
70	194	191	184	202	195	186
75	202	198	191	208	201	191
80	211	207	198	216	208	197
85	219	215	205	224	214	202
90	230	224	213	234	222	209
95		235	222		232	216
100		246	232		242	225
105			242			234
110			256			245

Tabell 7a fortsatt. Bonitet E. *Site E.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	100	110	120	100	110	120
0	20	19	19	23	23	22
5	22	22	21	27	26	25
10	25	24	24	30	29	28
15	28	28	27	34	33	32
20	32	32	31	38	37	36
25	36	36	35	43	42	41
30	41	41	39	49	48	46
35	47	46	44	56	54	52
40	53	52	50	63	61	59
45	60	59	57	71	69	67
50	67	66	64	80	78	76
55	76	75	72	90	87	85
60	85	83	81	99	96	94
65	93	91	88	109	105	102
70	101	99	96	117	113	109
75	108	106	102	124	119	115
80	114	112	107	129	124	120
85	119	117	112	135	129	124
90	124	121	115	138	132	126
95	128	125	119	143	136	130
100	134	130	123	148	139	132
105		135	127		144	136
110		141	132		150	140
115			137			145
120			143			151

Tabell 7b. Venteverdi. Tynningsgrad II.

Expectation value. Thinning rate II.
$p = 0{,}03$. *Interest at 3 %.*

Bonitet A. *Site A.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	62	71	80	62	71	80
0	152	149	145	150	146	140
5	177	173	167	175	169	163
10	205	201	194	203	196	189
15	237	233	225	235	227	219
20	275	270	261	272	263	253
25	318	313	303	315	304	293
30	366	359	348	360	350	336
35	408	400	387	398	385	369
40	444	433	419	425	410	391
45	466	455	437	440	423	401
50	481	467	447	449	428	404
55	494	479	455	460	435	407
60	511	492	464	474	444	413
65		509	477		459	421
70		530	493		478	434
75			513			451
80			540			475

Tabell 7b fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	71	80	89	71	80	89
0	97	94	91	98	94	90
5	112	109	105	114	109	105
10	130	126	122	132	126	122
15	151	146	141	153	147	141
20	175	169	164	177	170	163
25	203	196	190	206	197	189
30	234	226	219	237	228	218
35	267	259	250	268	257	247
40	298	288	278	297	283	271
45	326	315	304	320	305	291
50	351	338	324	338	321	305
55	367	352	336	350	330	312
60	383	365	347	362	338	317
65	399	379	357	376	348	324
70	417	393	368	392	362	332
75		413	384		378	345
80		435	401		398	360
85			423			380

Tabell 7b fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	82	94	102	82	94	102
0	56	54	53	60	56	55
5	65	63	61	69	66	63
10	76	73	71	80	76	74
15	88	84	82	93	88	84
20	102	98	95	108	102	99
25	118	114	110	125	118	115
30	137	132	127	144	137	133
35	158	152	147	167	158	153
40	181	173	168	189	178	173
45	202	194	188	209	198	191
50	224	214	207	229	215	208
55	242	231	223	244	229	220
60	257	245	235	257	239	229
65	271	256	245	267	247	235
70	284	267	253	278	253	240
75	298	277	261	290	260	245
80	314	289	271	304	271	251
85		305	283		283	262
90		320	296		298	273
95			312			288
100			332			307

Tabell 7b fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	90	100	110	90	100	110
0	28	27	26	31	30	29
5	32	30	29	36	35	33
10	37	35	34	42	40	39
15	43	42	40	48	47	45
20	50	48	46	56	54	52
25	58	56	54	66	63	60
30	67	65	62	76	73	70
35	78	75	72	88	84	81
40	90	87	84	101	97	93
45	104	100	96	115	111	106
50	118	114	110	130	125	119
55	133	128	123	146	139	132
60	147	141	135	159	152	144
65	160	154	146	171	163	154
70	170	163	154	181	171	161
75	180	172	162	189	178	166
80	190	181	169	199	186	172
85	201	190	176	209	194	178
90	215	202	186	217	200	182
95		216	197		212	191
100		231	210		227	202
105			223			214
110			240			230

Tabell 7b fortsatt. Bonitet E. *Site E.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	100	110	120	100	110	120
0	12	12	11	14	14	13
5	14	14	13	17	16	15
10	16	16	15	19	18	18
15	19	18	18	22	21	21
20	22	21	21	26	25	24
25	25	25	24	30	29	28
30	29	28	28	35	33	32
35	34	33	32	40	39	37
40	40	38	37	47	45	43
45	46	44	43	54	52	50
50	53	51	50	62	60	57
55	61	59	57	71	68	66
60	69	67	65	81	77	74
65	77	75	71	90	85	82
70	85	82	80	97	94	89
75	92	89	86	105	99	95
80	99	95	92	112	105	100
85	105	100	96	117	110	104
90	110	104	100	123	114	107
95	116	109	104	129	119	111
100	123	115	110	137	125	115
105		124	116		132	120
110		132	121		140	127
115			129			134
120			135			142

Tabell 7c. Venteverdi. Tynningsgrad II.
Expectation value. Thinning rate II.
$p = 0{,}04$. *Interest at 4 %.*
Bonitet A. *Site A.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	62	71	80	62	71	80
0	83	80	76	83	79	76
5	101	97	93	101	96	92
10	123	118	113	123	117	112
15	150	144	137	150	142	136
20	182	174	167	182	173	166
25	222	213	203	221	210	202
30	266	255	243	264	251	240
35	309	295	281	300	285	272
40	345	328	310	330	310	294
45	371	351	330	348	325	305
50	392	367	341	362	333	310
55	413	383	351	379	343	316
60	437	401	363	402	358	324
65		425	379		379	337
70		457	402		406	355
75			431			381
80			468			415

abell 7c fortsatt. Bonitet B. *Site B.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	71	80	89	71	80	89
0	50	47	45	51	49	46
5	61	57	55	62	59	56
10	74	70	67	76	72	69
15	90	85	81	92	87	83
20	110	103	98	112	106	101
25	134	126	120	137	129	123
30	161	152	145	164	156	149
35	192	181	172	195	184	175
40	222	209	198	222	208	199
45	252	236	222	247	231	218
50	277	258	242	267	247	232
55	297	274	254	283	259	240
60	318	289	265	299	269	246
65	339	306	277	319	283	254
70	367	327	292	344	300	266
75		354	311		324	282
80		387	334		355	304
85			366			330

Tabell 7c fortsatt. Bonitet C. *Site C.*

Alder *Age*	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	82	94	102	82	94	102
0	27	25	24	29	27	26
5	33	31	29	35	33	32
10	40	37	36	43	40	39
15	49	46	44	52	48	47
20	59	55	53	63	59	57
25	72	67	65	77	72	69
30	88	82	79	94	87	84
35	106	100	94	113	104	101
40	126	117	111	133	123	119
45	147	136	129	154	142	136
50	167	154	146	173	159	151
55	185	170	160	189	172	162
60	202	184	172	203	182	172
65	218	195	182	217	192	178
70	237	209	191	232	201	185
75	255	221	200	248	210	191
80	278	237	212	268	223	200
85		258	226		241	212
90		283	246		263	228
95			272			248
100			298			273

Tabell 7c fortsatt. Bonitet D. *Site D.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	90	100	110	90	100	110
0	12	12	11	14	13	12
5	15	14	13	18	16	15
10	18	17	16	20	19	18
15	22	21	20	25	23	22
20	27	25	24	30	28	27
25	33	31	29	37	34	33
30	40	38	35	44	42	40
35	48	46	43	56	51	48
40	59	56	52	65	61	58
45	70	66	62	79	73	69
50	84	79	74	91	85	80
55	97	91	85	105	98	92
60	112	104	97	119	111	103
65	126	117	108	132	122	113
70	138	127	116	143	131	121
75	151	137	124	154	138	125
80	165	148	133	167	150	134
85	181	161	142	182	160	140
90	200	174	152	200	174	150
95		193	164		191	161
100		214	179		212	177
105			200			197
110			221			217

Tabell 7c. Bonitet E. *Site E.*

Alder *Age*	Redusert bruttoverdi *Reduced gross value*			Kostnader *Costs*		
	Omdriftsalder, år *Rotation age, years*			Omdriftsalder, år *Rotation age, years*		
	100	110	120	100	110	120
0	4,7	4,5	4,2	5,9	5,5	5,1
5	5,7	5,5	5,0	7,2	6,7	6,2
10	7,0	6,7	6,1	8,7	8,1	7,5
15	8,5	8,1	7,5	11	9,9	9,2
20	10	9,9	9,1	13	12	11
25	13	12	11	16	15	14
30	15	15	13	19	18	17
35	19	18	16	23	22	20
40	23	22	20	28	26	25
45	28	26	24	35	32	30
50	33	32	30	42	39	36
55	40	38	35	50	47	44
60	47	45	42	59	55	51
65	55	53	48	68	63	58
70	62	59	54	76	70	64
75	70	66	60	85	78	70
80	78	74	66	95	85	76
85	87	81	72	101	90	79
90	96	89	77	109	96	82
95	104	96	81	120	104	87
100	116	106	88	130	111	91
105		117	95		123	98
110		127	101		135	105
115			114			118
120			127			134

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

GUSTAV G. KLEM

Kvalitetsundersøkelser av norsk og tysk gran

The Quality of Norway Spruce (Picea abies) of Norwegian and German Origin

Innhold.

Forord 289
Innledning 290
Kap. I. Materialet og analysemetoder 292
» II. Resultater 296
1. Sommervedprosent 296
2. Tørrvolumvekt 296
3. Kvistmengde 300
4. Lignin, eterekstrakt og aske 301
5. Celluloseutbytte og cellulosens kvalitet 301
» III. Dyrkingsverdien av norsk og tysk gran 305
Sammendrag 308
Litteratur 309
The Quality of Norway Spruce (*Picea abies*) of Norwegian and German Origin 310

Forord.

Under Nordisk Skogunions utferd i Danmark 1948, foreslo den danske skogdirektør Ulrich å foreta sammenlignende kvalitetsundersøkelser av norsk og mellomeuropeisk gran. Av særlig interesse var tørrstoffinnholdet og kvistmengden, men også celluloseutbytte og cellulosens kvalitet var det ønske om å få undersøkt.

Våren 1950 ble det i samarbeide med Statens forstlige Forsøgsvæsen i Danmark ved dr. Bornebusch og Det norske Skogforsøksvesen ved undertegnede samlet inn forsøksmateriale av tysk gran fra forsøksfelter i Danmark. Samme sommer ble det også samlet inn materiale av tysk gran fra Det norske Skogforsøksvesens felter.

Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening bevilget midler til utførelsen av cellulosekokningene som Papirindustriens Forskningsinstitutt påtok seg under ledelse av ingeniør Frithjof Løschbrandt.

Forsøksassistent Birger Halvorsen har ledet arbeidet med vedanalysene.

Undertegnede vil takke Statens forstlige Forsøgsvæsen i Danmark og de danske skovridere for utmerket hjelp ved innsamling og måling av forsøksmaterialet i Danmark, samt Papirindustriens Forskningsinstitutt for utførelsen av cellulosekokningene.

Innledning.

Formålet med disse undersøkelser er å finne om kvaliteten er forskjellig for gran av norsk og mellomeuropeisk opprinnelse. De undersøkte kvalitetsfaktorer er følgende: Tørrvolumvekt, kvistmengde, midlere årringbredde, sommervedprosent, ligninmengde, eterekstrakt, askemengde og utbytte og kvalitet av sulfittcellulose.

Det er en vanlig erfaring at treslag av sørligere provenienser, som innen visse grenser flyttes nordover, har en lengre vekstperiode og en større diameter- og høydetilvekst enn den stedlige proveniens. De er ofte mindre vinterhårdføre og begynner som regel sin vekst senere om våren og avslutter den lengre utover høsten. Den senere start om våren gjør ofte de sørligere provenienser mer motstandsdyktige mot vårfrost enn de stedegne provenienser.

Skjer flytningen av en rase fra et varmere til et kaldere klimaområde innenfor moderate grenser, skulle man derfor kunne utnytte den større vekstenergi hos de sørligere raser. Plantningen av mellomeuropeiske og svenske granprovenienser bl. a. i Sverige bekrefter dette. Kiellander (1953). Disse undersøkelser viser at den mellomeuropeiske gran også synes å være mer frostherdig om våren enn den svenske gran. Dette er delvis forklart ved den mellomeuropeiske grans senere knoppskyting.

For Norges vedkommende er sammenlignende plantninger ikke så gamle som i Sverige. Men Det norske Skogforsøksvesens forsøk i planteskolen etter 5 år, viser at den tyske gran her er henimot dobbelt så høy som den norske.

I Danmark er det meget interessante proveniensforsøk fra 1914 for en rekke granprovenienser både av sørlige og nordlige raser. Bornebusch (1935). Det viser seg også her at de sørligere provenienser har en større volumtilvekst enn de nordligere raser fra f. eks. Steinkjer og Tavastehus.

Kalela (1938) har samlet erfaringer fra en rekke proveniens-

forsøk utført i Europa om flere treslags klimaraser. Han sier bl. a. at proveniensforsøk med forskjellige raser av gran (Picea abies) er langt færre enn for furu. De resultater en er kommet til for gran må derfor enda sees på med forbehold. Men de undersøkelser som er utført synes å vise de samme hovedtrekk for gran som for andre treslag når disse flyttes utenom sitt hjemsted. Sørligere raser som flyttes nordover vokser hurtigere enn hjemstedets rase, de springer senere ut om våren, veksten fortsetter lengre utover høsten og de er ofte mindre motstandsdyktige mot vinterfrost.

Langlet (1934) har foretatt proveniensforsøk hovedsakelig med furu. Han kommer bl. a. til at tørrsubstansen og sukkerinnholdet i plantenes nåler stiger fra syd til nord. Flyttes derfor sørligere raser nordover vil nålenes lavere tørrsubstans og sukkergehalt, sammenlignet med stedets raser, gjøre de sørligere provenienser mindre motstandsdyktige mot vinterfrost. Han sier dog at tørrsubstansen og sukkergehalten i nålene av granplanter er større enn hos furu, og han mener at dette sannsynligvis er grunnen til at gran lettere kan flyttes nordover enn furu. M. a. o. tåler sørligere raser av gran vinterfrosten bedre enn tilfelle er for furu.

En del proveniensforsøk i Skandinavia med granraser fra Mellom-Europa viser at mellomeuropeisk gran er tilstrekkelig hårdfør helt opp til det sør- og mellomsvenske lavland og i lavereliggende skogtrakter i Sør-Norge og på Vestlandet.

Mellomeuropeisk gran kan derfor få betydning for de fremtidige store kulturer av gran både i våre skogdistrikter i Sør-Norge og i våre skogfattige strøk på Vestlandet.

Hvordan forskjellige særlige granraser går i Trøndelag og i høyereliggende strøk har vi foreløpig liten erfaring for.

Det melder seg da det spørsmål om kvaliteten av de sørlige provenienser er like gode som vår egen gran, og om den større produksjon i volum også betyr større tørrstoffproduksjon.

Dette spørsmålet kan neppe sikkert avgjøres før vi i Skandinavia og aller helst i vårt eget land får så gamle proveniensforsøk at man kan utføre direkte sammenlignende analyser av virke fra forsøksfeltene.

En orientering i spørsmålet kan en dog søke å få gjennom undersøkelser av virke fra mer tilfeldige plantninger av mellomeuropeisk gran.

Den største vanskelighet ved slike undersøkelser er at større årringbredder innenfor noenlunde de samme boniteter gir mindre tørrstoff pr. m^3 produsert virke. Antar vi da at den mellomeuropeiske gran har større volumtilvekst enn den norske, som vi vel kan gå

ut fra at den har, må vi undersøke om volumvekten samtidig synker så meget at vi ikke vinner noe ved å bruke mellomeuropeisk gran. Vi må da vite hvor meget hurtigere den sørligere granen vokser på de forskjellige boniteter før vi med sikkerhet kan finne fram til tørrstoffproduksjonen. Vi må også vite om den mellomeuropeiske gran har en annen tørrvolumvekt for den samme årringbredde enn den norske.

De kvalitetsfaktorer som i første rekke bør undersøkes for de to granraser er tørrvolumvekten og kvistmengden. Begge disse kvalitetsfaktorer er av avgjørende betydning både for konstruksjonsvirke og for masseproduksjon. Innenfor ett og samme treslag er det en positiv sammenheng mellom tørrvolumvekten og de fleste av trevirkets styrkeegenskaper. Kvistenes størrelse, karakter og beliggenhet i materialene virker også sterkt inn på virkets styrkeegenskaper. For masseindustrien er utbytte pr. volumenhet virke direkte proporsjonal med virkets tørrvolumvekt, og særlig for tremasse er kvistmengden av stor betydning både for produksjonens størrelse pr. kW/t og for massens kvalitet.

Kap. I. Materialet.

Materialet gjelder plantet gran og omfatter 50 prøvetrær. Den tyske gran er hentet fra Statens forstlige Forsøgsvæsens felter på Sjælland, Fyn og Jylland og fra Det norske Skogforsøksvesens felter i Maridalen og Løvliåsen i Telemark. Det norske granmaterialet er hentet fra tidligere undersøkelser av plantet norsk gran på tilnærmet de samme boniteter og høyder over havet som det tyske materialet. Det skriver seg fra forsøksfelter i Mysen, Maridalen og Fossum.

1.	Norsk gran vokst i Norge, bon.	A	20 trær
2.	Tysk gran vokst i Norge, »	A	7 »
3.	Tysk gran vokst i Danmark, »	A	14 »
4.	Tysk gran vokst i Danmark, »	C	9 »
		I alt	50 trær

Se data for forsøkstrærne i tabell 1.

De danske boniteter er ført i samsvar med de norske ved hjelp av Eide og Langsæter (1941), hvor det grafisk er fremstilt sammenligninger mellom Møllers og de norske produksjonstabellers bonitering. Det viser seg at de danske boniteter 1 og 2 ligger over den norske bonitet A i følge produksjonstabellene, men det gjør også bonitetene på de forsøksfelter hvor materialet fra Norge er hentet. Det er derfor lite sannsynlig at de eventuelle små bonitetsforskjeller mellom det

TA BELL 1.

Tre nr. *Tree no.*	Voksested *Grown in*		Proveniens *Provenance*	Alder *Age*	Bonitet *Site*	D 1,3 i cm *D. B. H. in cm*	Høyde i m *Height in m*	Midd. årr. br. i mm *Mean width of annual ring in mm*	Avsm. i cm pr. l. m *Taper in cm per linear meter*	% kvist % *knots*
	Land *Country*	Sted *Locality*		ca.						
1	Danmark	Ravnholt	Thüringen	40 år	A	19.2	19.4	3.0	1.0	0.36
2	*Denmark*	»	»	»	»	18.3	19.8	2.9	0.9	0.30
3	»	»	»	»	»	26.0	20.9	4.0	1.3	0.66
4	»	»	»	»	»	22.7	20.1	3.8	1.2	0.62
5	»	»	»	»	»	18.7	19.0	3.1	1.0	0.41
6	»	»	»	»	»	23.7	20.5	3.7	1.2	0.48
7	»	Valby	»	»	»	17.3	17.0	3.0	1.0	0.40
8	»	»	»	»	»	17.0	15.9	2.9	1.1	0.43
9	»	Hastrup	»	55 år	»	21.0	20.0	1.8	1.1	0.48
10	»	»	»	»	»	21.0	19.0	2.0	1.1	0.53
11	»	»	»	»	»	18.4	18.6	1.6	1.0	0.37
12	»	»	»	»	»	24.4	21.5	2.7	1.2	0.57
13	»	»	»	»	»	22.6	19.7	1.9	1.2	0.36
14	»	»	»	»	»	26.8	21.2	2.7	1.3	0.53
15	»	Gludsted	»	50 år	C	11.7	11.1	1.5	1.1	0.47
16	»	»	»	»	»	11.1	11.3	1.1	1.0	0.46
17	»	»	»	»	»	12.6	11.6	1.3	1.1	0.51
18	»	»	»	»	»	16.7	13.3	2.1	1.3	0.56
19	»	»	»	»	»	18.7	14.3	2.1	1.3	0.70
20	»	»	»	»	»	18.0	13.0	2.2	1.4	1.00
21	»	»	»	»	»	12.4	10.9	1.4	1.1	0.62
22	»	»	»	»	»	12.8	12.0	1.5	1.1	0.41
23	»	»	»	»	»	14.6	12.2	1.8	1.2	0.64
24	Norge	Løvåsen	Harz	55 år	A	20.4	19.7	1.5	1.0	0.37
25	*Norway*	»	»	»	»	19.5	18.9	1.8	1.0	0.29
26	»	»	»	»	»	23.5	20.0	2.0	1.2	0.48
27	»	Maridalen	»	»	»	19.0	19.1	2.0	1.0	0.35
28	»	»	»	»	»	22.8	21.0	2.2	1.1	0.37
29	»	»	»	»	»	23.0	21.2	1.7	1.1	0.40
30	»	»	»	»	»	19.6	19.3	1.4	1.0	0.31
31	»	Mysen	Østlandet	35 år	»	10.2	12.1	2.0	0.9	0.20
32	»	»	*Eastern*	»	»	14.0	15.3	2.6	0.9	0.29
33	»	»	*Norway*	»	»	17.8	17.1	3.1	1.1	0.39
34	»	»	»	»	»	20.5	18.1	3.3	1.1	0.45
35	»	»	»	»	»	21.2	18.7	3.4	1.2	0.61
36	»	Maridalen	»	»	»	10.6	11.3	2.1	0.9	0.38
37	»	»	»	»	»	11.3	12.7	2.3	0.9	0.33
38	»	»	»	»	»	14.0	14.1	2.9	1.0	0.38
39	»	Fossum	»	47 år	»	13.3	15.8	2.3	0.8	0.19
40	»	»	»	»	»	15.3	15.4	3.0	1.0	0.25
41	»	»	»	»	»	14.1	17.0	2.2	0.8	0.18
42	»	»	»	»	»	13.1	13.7	2.9	1.0	0.53
43	»	»	»	»	»	14.5	16.0	3.5	0.8	0.34
44	»	»	»	»	»	16.5	16.6	3.4	1.0	0.45
45	»	»	»	»	»	21.8	18.7	3.9	1.2	0.71
46	»	»	»	»	»	22.4	18.4	4.1	1.2	0.69
47	»	»	»	»	»	21.6	19.5	3.9	1.2	0.64
48	»	»	»	»	»	21.2	18.9	3.6	1.1	0.69
49	»	»	»	»	»	23.0	19.8	3.6	1.2	0.60
50	»	»	»	»	»	22.0	19.4	3.5	1.1	0.67

danske og det norske materiale vil gi seg uttrykk i kvaliteten proveniensene imellom. Disse boniteter er derfor satt i samme bonitetsklasse og kalt for bonitet A. En unntagelse er materialet fra Gludsted plantasje som etter dansk bonitering faller i bon. 4—5. Denne bonitet faller best sammen med bonitet C i de norske produksjonstabeller. Se tabell 1 i dette arbeide og fig. 1 i Eide og Langsæter (1941).

Analysemetoder.

Det er tatt prøver i brysthøyde og ved 50 % og 75 % av trærnes høyde målt til 5 cm toppdiameter. Alle vedanalyser er tatt i to diametralt motstående sektorer av hver stammeskive. Analyseresultatene er regnet ut som et gjennomsnitt for hele prøvestammens kubikkmasse opp til 5 cm topp. Gjennomsnittet er funnet ved å bruke stammeskivenes cirkelflate som vekter for analyseresultatene fra hver stammeskive.

Analysemetodene for alle de undersøkte kvalitetsfaktorer er de samme som beskrevet i Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 36 om «Planteavstandens virkning på granvirkets kvalitet» og nr. 40 om «Specific Gravity of Spruce Wood». Således er tørrvolumvekten funnet ved hydrostatisk veiing, ligninmengde ved Klasons metode (72 % svovelsyre), ekstraktmengden ved ekstraksjon med eter i 8 timer, sommervedprosenten under stereomikroskop med 20 gangers forstørrelse og ved skjønnsmessig ansettelse av sommervedbredden målt etter en linje på prøvesektorene fra marg til bark. Sommerveden er antatt å begynne der trakeidenes tangentiale tverrsnitt er lik eller så vidt større enn radialsnittets. Dette sted vil for gran falle i overgangssonen mellom vår- og sommerved. Midlere årringbredde er beregnet ved hjelp av radien og antall år fra marg til bark for trær med jevn årringbredde. For prøvetrær med soner av mindre eller større årringbredder er hver sones midlere årringbredde målt hver for seg. Disse partielle midlere årringbredder er da tillagt den vekt de representerer i forhold til arealet av stammeskiven for å finne stammeskivenes midlere årringbredde.

For celluloseundersøkelsene er kokemetoden og kokekurven de samme som for tidligere undersøkelser foretatt av Papirindustriens Forskningsinstitutt. Bestemmelse av cellulosens styrke og avvanningsforhold ble utført etter P. F. I.'s standardmetode. Se Klem, Løschbrandt og Bade, s. 50 (1945).

Da det er 6 kok fra hvert prøvetre kokt til forskjellige klortall, er verdiene for hvert tre korrigert til klortall 2,00 etter rettlinjet regresjon.

TABELL 2

Tre nr. *Tree no.*	Voksested *Grown in*		Proveniens *Provenance*	Midd. årr. br. i mm *Mean annual ring in mm*	Tørr-volum vekt *Density dry*	Tørr-volum-vekt korrigert til årr. br. 2.5 mm *Density dry remade to annual ring 2.5 mm*	Sommer-ved % *Percentage of summer-wood*	Lignin % *Percentage of lignin*	Eter ekstrakt % *Percentage of ether solubility*	Aske % *Percentage of ash*
	Land *Country*	Sted *Locality*								
1	Danmark	Ravnholt	Thüringen	3.0	0.40	0.42	25	33.09	0.82	0.10
2	*Denmark*	»	»	2.9	0.40	0.41	22	32.74	0.72	0.13
3	»	»	»	4.0	0.42	0.47	21	32.32	0.90	0.24
4	»	»	»	3.8	0.43	0.43	23	30.37	0.71	0.17
5	»	»	»	3.1	0.43	0.45	28	30.64	0.79	0.06
6	»	»	»	3.7	0 39	0.43	26	29.67	0.83	0.06
7	»	Valby	»	3.0	0.41	0.43	24	30.72	1.03	0.07
8	»	»	»	2.9	0.43	0.44	23	29.56	1.17	0.11
9	»	Hastrup	»	1.8	0.48	0.46	29	32.16	1.45	0.11
10	»	»	»	2.0	0.47	0.47	26	30.13	1.32	0.09
11	»	»	»	1.6	0.45	0.45	36	30.17	1.08	0.19
12	»	»	»	2.7	0.47	0.47	24	30.90	1.26	0.09
13	»	»	»	1.9	0.48	0.46	25	31.47	1.29	0.09
14	»	»	»	2.7	0.43	0.44	28	31.25	1.44	0.05
15	»	Gludsted	»	1.5	0.50	0.47	35	30.17	0.88	0.32
16	»	»	»	1.1	0.51	0.47	30	29.81	1.55	0.40
17	»	»	»	1.3	0.50	0.46	21	29.47	1.38	0.20
18	»	»	»	2.1	0.44	0.43	22	31.67	1.73	0.26
19	»	»	»	2.1	0.49	0.48	28	31.35	1.27	0.15
20	»	»	»	2.2	0.50	0.49	27	28.97	1.12	0.10
21	»	»	»	1.4	0.50	0.47	31	28.94	0.81	0.13
22	»	»	»	1.5	0.50	0.47	35	30.68	1.19	0.07
23	»	»	»	1.8	0.51	0.49	29	28.36	0.95	0.10
24	Norge	Løvåsen	Harz	1.5	0.48	0.45	33	31.10	1.09	0.09
25	*Norway*	»	»	1.8	0.48	0.46	28	32.06	1.02	0.09
26	»	»	»	2.0	0.43	0.42	25	29.25	1.97	0.07
27	»	Maridalen	»	2.0	0.52	0.51	30	28.25	0.87	0.05
28	»	»	»	2.2	0.43	0.42	29	30.24	1.45	0.07
29	»	»	»	1.7	0.51	0.49	29	30.29	0.77	0.08
30	»	»	»	1.4	0.45	0.42	32	30.12	0.93	0.07
31	»	Mysen	Østlandet	2.0	0.41	0.40	22	31.20	0.95	0.08
32	»	»	*Eastern*	2.6	0.41	0.41	19	31.38	1.26	0.08
33	»	»	*Norway*	3.1	0.38	0.40	19	31.85	1.41	0.17
34	»	»	»	3.3	0.38	0.40	20	28.43	1.17	0.07
35	»	»	»	3.4	0.35	0.38	13	29.26	1.18	0.04
36	»	Maridalen	»	2.1	0.43	0.42	13	32.12	0.89	0.07
37	»	»	»	2.3	0.43	0.42	17	30.92	1.01	0.11
38	»	»	»	2.9	0.43	0.44	15	29.10	0.98	0.12
39	»	Fossum	»	2.3	0.44	0.43	18	32.9	0.81	
40	»	»	»	3.0	0.38	0.40	15	33.6	0.71	
41	»	»	»	2.2	0.40	0.39	17	32.5	0.75	
42	»	»	»	2.9	0.41	0.42	16	30.2	0.87	
43	»	»	»	3.5	0.41	0.44	18	29.8	0.74	
44	»	»	»	3.4	0.38	0.41	14	30.5	0.87	
45	»	»	»	3.9	0.39	0.43	11	31.4	1.07	
46	»	»	»	4.1	0.37	0.42	13	31.5	1.01	
47	»	»	»	3.9	0.38	0.42	12	30.8	0.99	
48	»	»	»	3.6	0.37	0.40	10	30.9	0.74	
49	»	»	»	3.6	0.35	0.38	8	32.2	1.14	
50	»	»	»	3.5	0.35	0.38	7	31.0	0.95	

Kap. II. Resultater.

1. *Sommervedprosent.*

Av tabell 2 og fig. 1 sees at sommervedprosenten for den tyske gran er langt større enn for den norske.

Det er unødvendig å teste om forskjellen er signifikant.

At sommervedprosenten er betraktelig større for tysk gran enn for norsk, kommer sannsynligvis av den lengre vekstsesong som den tyske gran har utover høsten.

2. *Tørrvolumvekt.*

Da tørrvolumvekten er sterkt avhengig av årringbredden, er den korrigert til samme årringbredde. Det er foretatt vanlig rettlinjet regresjonsberegning over forholdet årringbredde—tørrvolumvekt innen de forskjellige grupper av norsk og tysk gran.

Den rettlinjete regresjon mellom tørrvolumvekt og årringbredde er praktisk talt den samme for alle grupper, fig. 2. I gjennomsnitt minket tørrvolumvekten 0,03 pr. mm økning i årringbredde. I tabell 3 er ført

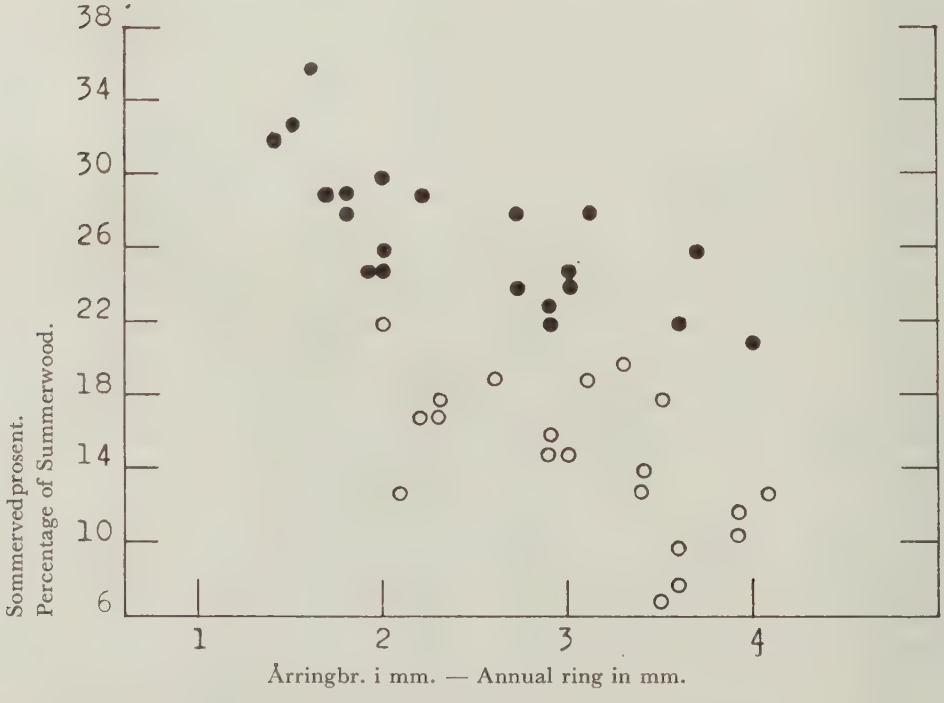


Fig. 1. ○ = Norsk gran — Norwegian Spruce. ● = Tysk gran — German Spruce. Bon. A. — Site A.

TABELL 3.

Grupper *Groups*	Antall trær *Number of trees*	Gjennomsnitt — *Mean*		
		Årr.br. mm *Annual ring in mm*	Tørrvolumvekt *Density dry*	
			Direkte *Direct*	Korrigert *Remade to annual ring 2.5 mm*
Gruppe 1. Norsk gran i Norge, Bon. A ..				
Group 1. Norwegian Spruce in Norway, Site A	20	3.09	0.392	0.410
Gruppe 2. Tysk gran i Norge, Bon. A ..				
Group 2. German Spruce in Norway, Site A	7	1.76	0.470	0.448
Gruppe 3. Tysk gran i Danmark, Bon. A .				
Group 3. German Spruce in Denmark, Site A	14	2.79	0.435	0.444
Gruppe 4. Tysk gran i Danmark, Bon. C .				
Group 4. German Spruce in Denmark, Site C	9	1.67	0.494	0.469
Gruppe 2+3. Tysk gran i Norge og Danmark, Bon. A				
Group 2+3. German Spruce in Norway and Denmark, Site A	21	2.45	0.447	0.445

opp de direkte beregnede midlere tørrvolumvekter for hver gruppe, samt tørrvolumvektene korrigert til en gjennomsnittlig årringbredde på 2,5 mm etter rettlinjet regresjon.

Ved feilberegningen er brukt den gjennomsnittlige varians innen grupper, korrigert for felles regresjonslinje (45 DF).

Det sees av tab. 3 at forskjellen på de korrigerte middeltall for tysk gran vokst i Norge og i Danmark er helt uten betydning ($t = 0{,}3$). I siste linje i tabellen er disse to grupper derfor slått sammen.

Tysk gran (gruppe 2 + 3) har gitt adskillig større tørrvolumvekt enn norsk gran (gruppe 1). Forskjellen er meget signifikant ($t = 4{,}02^{***}$).

Forskjellen mellom tysk gran på bonitet A (gruppe 2 + 3) og bonitet C (gruppe 4) er signifikant ($t = 2{,}18^{*}$). Den dårligste bonitet gir den høyeste volumvekt.

At den tyske gran har gitt en høyere volumvekt enn den norske må i vesentlig grad skyldes den større sommervedprosent som den tyske gran har.

At en dårligere bonitet gir en høyere volumvekt for samme årringbredde er tidligere vist av Klem (1934) for norsk gran. For furu er bonitetens innflytelse på tørrvolumvekten vist av Lassila (1929),

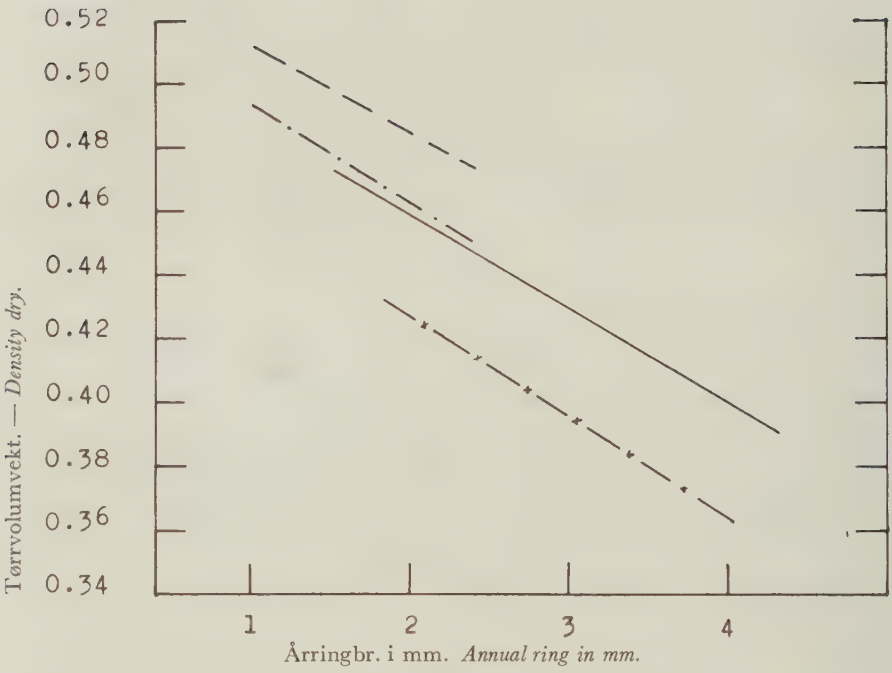


Fig. 2. —— x ——: Norsk gran i Norge, *Norwegian Spruce in Norway.*
————————: Tysk gran i Danmark, *German Spruce in Denmark.*
—— · ——: Tysk gran i Norge, *German Spruce in Norway.*
———————— : Tysk gran i Danmark, Bon. C, *German Spruce in Denmark, Site C.*
Beregnete regresjonslinjer. *Computed Regression Lines.*

Jalava (1933) og Siimes (1936). Schønbach (1938) har vist det samme for lerk.

En kan søke en viss støtte for riktigheten av den forskjell som er funnet i tørrvolumvekten mellom tysk og norsk gran fra tysk litteratur i «Holz als Rohstoff», Trendelenburg (1939). Han behandler granvirkets tørrvolumvekt meget inngående og finner at den gjennomsnittlige tørrvolumvekt synker med stigende høyde over havet. For herskende stammer i bestandet finner han for gran fra 500 til 1000 m. o. h. på ca. 2,5—3 mm årringbredde en midlere tørrvolumvekt på 0,440, og under 500 m. o. h. en midlere tørrvolumvekt på 0,470. Han angir, som et stort gjennomsnitt for cellulosevirke opptil ca. 30 cm i br. h., en tørrvolumvekt på 0,450. Schwappach angir for gran i Thüringen en gjennomsnittlig tørrvolumvekt på ca. 0,460. For høy bonitet for Østlandet er tidligere funnet av Klem (1934) tørrvolumvektene 0,42 og 0,39 for årringbredder på henholdsvis 2 og 3 mm. Det er det samme som er funnet for dette materiale for norsk gran

på høy bonitet. For Oppland fylke i Norge har KLEM (1934) funnet for alle boniteter en gjennomsnittlig tørrvolumvekt på 0,437.

I «Våre skogstrær, deres tekniske egenskaper og utnyttelse», KLEM (1947), oppgis granens gjennomsnittlige tørrvolumvekt i Norge til 0,430.

En kan også sammenligne den gjennomsnittlige tørrvolumvekt, som tidligere er funnet for norsk gran på bonitet C, med tysk gran i dette arbeide på samme bonitet. Tørrvolumvektene for årringbredde 2 mm er for den norske gran 0,44 og for den tyske 0,49. Den gjennomsnittlige tørrvolumvekt for gran fra Oppland i Norge på bon. C er av KLEM (1934) beregnet til å være 0,447. Det er også i sistnevnte arbeide funnet at tørrvolumvekten synker med stigende breddegrad.

NYLINDER og HÄGGLUND (1954) har foretatt omfattende undersøkelser av bl. a. tørrvolumvekten fra helt urørte naturlige granbestand i Sverige. Det er ikke funnet noen sikker korrelasjon mellom bonitet og tørrvolumvekt i disse meget sentvokste bestand. Derimot er det også i dette arbeide funnet at tørrvolumvekten synker med stigende breddegrad. Dette kan også være en bekreftelse på at sydligere provenienser av gran gir en høyere tørrvolumvekt, og således være en støtte for resultatene i dette arbeide m. h. t. den tyske grans høyere tørrvolumvekt sammenlignet med den norske. Det er dog vanskelig å dra noen direkte sammenligninger mellom de svenske og nærværende undersøkelser hvor materialet er fra tynnede kulturbestand på høy bonitet, og hvor oppgaven har vært en helt annen enn i det svenske arbeidet. Men studerer en tabell 20 fra Nylinder og Hägglund, hvor tørrvolumvekten er satt i relasjon til årringbredden, viser det seg at den gjennomsnittlige årringbredde for alle rotstokker er helt nede i ca. 1,3 mm og med en gjennomsnittlig avsmalning på ca. 0,7 cm. Av materialet fordeler 90 % seg fra 0,5 mm til 2 mm årringbredde med en sterk opphopning av prøvetrær på 1 mm. Den gjennomsnittlige tørrvolumvekt er 0,44 for 2 mm årringbredde. Dette stemmer helt med de før refererte undersøkelser fra middels bonitet i Norge. Det er bare mulig å sammenligne rotstokkene i det svenske arbeidet, da hele treets gjennomsnittlige tørrvolumvekt ikke er regnet ut med vekter i forhold til de steder på treet hvor prøvene er tatt.

Går vi ut fra den gjennomsnittlige årringbredde på 1,3 mm for hele det svenske materialet tilsvarer det en gjennomsnittlig tørrvolumvekt på 0,47, som også er det samme som er funnet for norsk gran på middels bonitet. Ser en på fig. 2 viser det seg at den tyske gran på bon. C med 1,3 mm årringbredde har en tørrvolumvekt betraktelig høyere, nemlig 0,50. Selv på beste bonitet, en bonitet som er bedre

enn bonitet A i våre produksjonstabeller, viser det seg at plantet tysk gran for årringbredden 1,3 mm gir høyere tørrvolumvekt enn for norsk og svensk gran på bon. C.

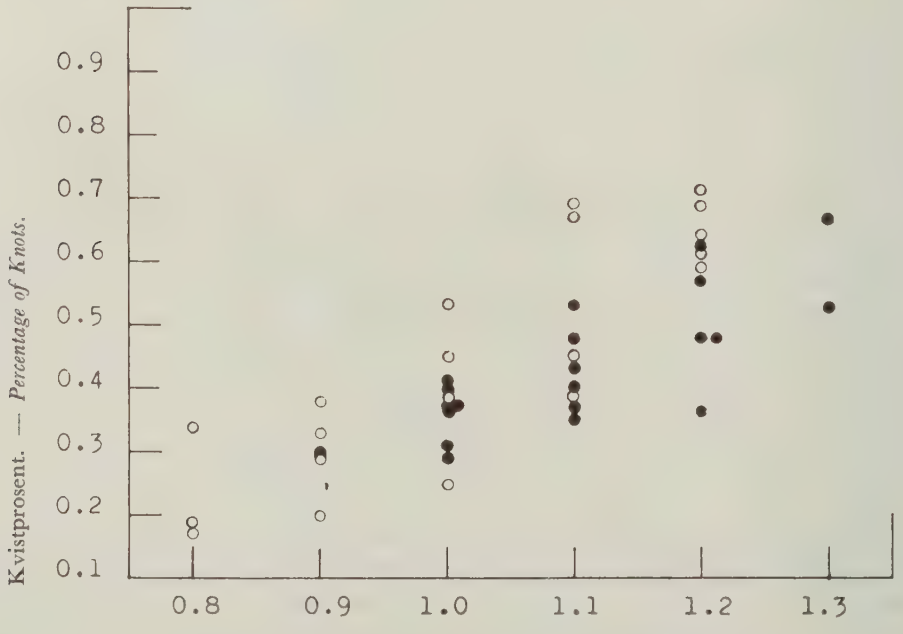
Disse data støtter opp under de resultater som er funnet i dette arbeide m.h.t. forskjellen i tørrvolumvekt mellom tysk og norsk gran.

Når en studerer disse tall for granens tørrvolumvekt, skal en dog være oppmerksom på at gran er blant de treslag som har den største variasjonsbredde i sin tørrvolumvekt. Variasjonsbredden for granvirke uten tennar ligger fra ca. 0,30 til ca. 0,56. Det mangler enda meget på kjennskapet til de forskjellige vekstfaktorers innflytelse på tørrvolumvekten hos gran. NYLINDER og HÄGGLUND (1954) har dog gitt oss nye og viktige holdepunkter i dette spørsmål.

3. *Kvistmengde.*

Trærnes avsmalning er lagt til grunn for undersøkelse av kvistmengden hos norsk og tysk gran. Forskjellen mellom gruppene er liten. En høyere bestandsalder viser tendens til mindre kvist. Dette er helt naturlig da kvistmengden etter almen erfaring avtar med økende bestandsalder, særlig i kulturbestand med jevn tetthet. Undersøkelsene av Fossumfeltene, KLEM (1952), bekrefter også dette.

Kvistmengden for tysk gran i Norge og tysk gran i Danmark,



Avsmaln. i cm pr. 1. m. — *Taper in cm per Linear m.*

Fig. 3. ○ = Norsk gran — *Norwegian Spruce.* ● = Tysk gran — *German Spruce.*

bon. A, synes å vise at tysk gran i Norge har en del mindre kvist enn tysk gran i Danmark. Men tysk gran i Danmark har i gjennomsnitt lavere alder enn den tyske gran i Norge.

Mellom bonitetene A og C for tysk gran i Danmark er det ingen forskjell i kvistmengden.

I fig. 3 er satt opp kvistmengden for tysk og norsk gran fra bon. A. Kvistmengden synes å ligge en del lavere for tysk gran. Dette skyldes sannsynligvis den større alder for den tyske gran fra Hastrup i Danmark og fra den tyske gran i Norge.

Tidligere undersøkelser, GAYER—FABRICIUS (1921), mener at kvistmengden vil bli mindre på lavere bonitet. KLEM (1934) finner at bonitetens innflytelse på kvistmengden er ubetydelig.

NYLINDER og HÄGGLUND (1954) finner ikke at boniteten alene har noen innflytelse på kvistmengden, men viser at kvistmengden øker med stigende årringbredde og minker med stigende breddegrad. Hos WEGELIUS (1939) går det tydelig fram at det vesentlig er bestandstettheten, særlig fra ungdommen av, som bestemmer trærnes kvistmengde.

De fleste undersøkelser går ut på at det er bestandstettheten som har den største innflytelse på kvistmengden.

Dette materiale viser at det er liten forskjell i kvistmengden for gran av tysk og norsk opprinnelse når trærnes avsmalning legges til grunn. Resultatet bør dog tas med et visst forbehold inntil vi har innvendingsfrie undersøkelser å holde oss til.

4. *Lignin, eterekstrakt og aske.*

Med årringbredden som grunnlag er det ikke funnet noen forskjell mellom norsk og tysk gran hva lignin, eterekstrakt og aske angår.

5. *Celluloseutbytte og cellulosens kvalitet.*

Når det i nedenstående refereres til resultater av tidligere forskere, henvises til KLEM, LØSCHBRANDT og BADE (1945) og NYLINDER og HÄGGLUND (1954).

Tabell 4 og 5 viser de korrigerte verdier for volumvekt, celluloseutbytte og cellulosens kvalitetsfaktorer for norsk og tysk gran.

Det er ikke påvist noen sikker forskjell i celluloseutbytte pr. vektenhet ved for de forskjellige provenienser. Heller ikke er det funnet noen forskjell for tysk gran vokst i Danmark og Norge eller for de to boniteter for tysk gran i Danmark. Dette vil si at det er tørrvolumvekten eller tørrsubstansmengden pr. m^3 virke som hovedsakelig bestemmer forskjellen i celluloseutbytte for de 2 provenienser. Dette

TABELL 4
Kvalitetsfaktorer for norsk gran.
The Quality Factors of Norwegian Spruce.

Tre nr. *Tree no.*	Tørrvolumvekt årr. br. = 3 mm *Density dry annual ring = 3 mm*	Cellulose-utbytte i % pr. vekt-enhet ved *Yield of pulp per unit weight of wood in %*	Avvanning i sekunder *Drainaged time in seconds*	Malbarhet ° S. R. i en time *Beatability ° S.R. in one hour*	Slitlengde i km *Breaking lenght in km*	Sprengfaktor *Burst-factor*	Rivfaktor *Tear-factor*	Falsetall tusener *Double folds thousands*
31	0.38	50.9	16	41	11.8	72	76	4.6
32	0.40	52.3	17	43	12.3	77	81	5.3
33	0.38	53.1	13	40	12.2	74	84	5.7
34	0.39	51.9	14	40	12.2	73	79	5.6
35	0.37	52.6	16	43	12.4	76	78	5.2
36	0.40	52.5	18	41	12.7	78	76	7.0
37	0.41	51.8	13	39	12.5	76	84	5.2
38	0.43	53.5	16	43	12.5	75	80	6.1
39	0.42							
40	0.38	53.7	18	45	11.9	75	77	5.4
41	0.38							
42	0.41							
43	0.43	53.3	14	38	12.1	76	70	5.2
44	0.39							
45	0.42							
46	0.40	52.9	13	36	11.9	76	72	4.9
47	0.41							
48	0.39							
49	0.37	53.3	15	42	12.4	76	69	5.3
50	0.37							
Gj.-snitt *Aver-age*	0.397	52.7	15.3	40.9	12.24	75.3	77.2	5.5

utbytte er etter resultatene i kap. II større for den tyske gran enn for den norske. For bon. A betyr dette iflg. tabell 3, 4 og 5 at for det undersøkte materiale vil det gå med ca. 5 m^3 virke av norsk gran og ca. 4,6 m^3 av tysk gran for produksjon av et tonn sulfittcellulose, eller ca. 8 % mindre av virke fra tysk gran sammenlignet med norsk. Angående celluloseutbyttets avhengighet av årringbredde, sommervedprosent og tørrvolumvekt, se KLEM, LØSCHBRANDT og BADE (1945) og NYLINDER og HÄGGLUND (1954).

6. *Cellulosens avvanningstid.*

Det viser seg at massen fra tysk gran avvannes hurtigere enn massen fra norsk gran. Forskjellen er meget signifikant. For tysk gran i Norge mot norsk gran i Norge er $t = 8{,}79^{***}$ (17 DF), for tysk gran i Danmark mot norsk gran i Norge er $t = 10{,}65^{***}$ (20 DF).

TABELL 5

Kvalitetsfaktorer for tysk gran.

The Quality Factors of German Spruce.

re r. ee o.	Tørr-volumvekt årr. br. = 3 mm *Density dry annual ring = 3 mm*	Cellulose-utbytte i % pr. vekt-enhet ved *Yield of pulp per unit weight of wood in %*	Avvanning i sekunder *Drainaged time in seconds*	Malbarhet ° S. R. i en time *Beatability ° S. R. in one hour*	Slitlengde i km *Breaking lenght in km*	Sprengfaktor *Burst-factor*	Rivfaktor *Tear-factor*	Falsetall tusener *Double folds thousands*
1	0.40	52.9	9	24	11.5	74	79	6.2
2	0.40	50.5	9	27	11.1	70	79	6.3
3	0.45	50.3	9	28	9.0	57	83	4.7
4	0.45	53.5	9	27	10.5	71	90	6.3
5	0.44	–	–	–	–	–	–	–
6	0.41	–	–	–	–	–	–	–
7	0.41	53.9	7	25	9.5	59	90	5.3
8	0.42	54.5	6	21	9.2	59	116	6.8
9	0.44	53.6	8	24	10.6	70	96	6.5
0	0.44	52.0	9	27	10.3	68	92	6.1
1	0.41	–			–	–	–	–
2	0.46	50.9	7	25	9.4	60	89	4.7
3	0.45	50.9	8	24	9.3	57	97	4.5
4	0.42	–	–	–	–	–	–	–
.- itt er- e	0.431	52.3	8.1	25.2	10.04	64.5	91.1	5.74
5	0.46	52.3	14	35	10.9	71	92	6.4
6	0.46	52.2	14	36	11.3	73	92	6.6
7	0.45	50.4	9	26	9.9	64	84	5.4
8	0.42	51.9	15	36	9.6	58	81	4.9
9	0.47	52.0	8	27	9.4	56	87	4.6
0	0.48	–	–	–	–	–	–	–
1	0.46	52.5	9	29	10.2	64	93	5.6
2	0.46	52.9	6	18	9.8	61	120	5.7
3	0.48	53.2	7	24	9.7	61	126	5.1
j.- itt er- e	0.460	52.2	10.3	28.9	10.10	63.5	96.9	5.66
4	0.42	52.6	10	33	10.4	67	102	6.1
5	0.44	51.9	8	22	11.3	74	104	7.1
6	0.40	53.4	9	30	9.8	64	96	6.1
7	0.49	54.4	6	20	8.1	51	139	3.9
8	0.40	53.4	9	31	9.2	55	92	4.7
9	0.49	54.0	7	25	8.6	52	105	3.8
0	0.40	53.1	8	24	9.4	58	95	4.8
j.- itt er- e	0.430	53.3	8.1	26.4	9.54	60.1	104.7	5.21

Dette kan tenkes å henge sammen med den større prosent av tykkveggede og stive sommervedfibre som den tyske gran har sammenlignet med den norske.

For tysk gran i Norge og i Danmark er det ingen forskjell i avvanningstid. Heller ikke er det funnet noen forskjell i avvanningstiden mellom tysk gran på bon. A og C.

7. *Malbarhet °SR.*

Malbarheten viser at virke fra den norske gran er mer hardmalt (trenger lengre tid for å komme til en gitt malegrad) enn virke fra tysk gran. Forskjellen er meget signifikant. For tysk gran i Norge mot norsk gran i Norge er $t = 8{,}58^{***}$ (17 DF), for tysk gran i Danmark mot norsk gran i Norge er $t = 15{,}76^{***}$ (20 DF). Dette stemmer overens med tidligere undersøkelser som har vist at virke med høyere volumvekt er lettere å male enn virke med lavere volumvekt.

Det er ingen forskjell i malbarheten mellom *tysk gran i Norge og i Danmark.* En skulle vente en forskjell i malbarheten mellom tysk gran på bon. C og tysk gran på bon. A iflg. forskjellen i tørrvolumvekt, men det er ikke funnet på dette materiale.

8. *Slitlengden.*

Denne styrkefaktor viser seg å ligge høyere for virke av norsk gran sammenlignet med tysk. Forskjellen er meget signifikant. For tysk gran i Norge mot norsk gran i Norge er $t = 8{,}35^{***}$ (17 DF), for tysk gran i Danmark mot norsk gran i Norge er $t = 8{,}27^{***}$ (20 DF). Dette stemmer også overens med tidligere forsøk, hvor de fleste viser at virke med lav sommervedprosent og lav volumvekt som oftest gir høyere slitstyrke enn masse fra virke med høy sommervedprosent og høy volumvekt.

Forklaringen på dette menes å være at styrken av cellulose- eller papirarket i første rekke er avhengig av antall kontaktpunkter og dermed også bindinger mellom fibrene i arket. De mer tynnveggede og bløte fibre i vårveden skulle derfor gi cellulosen eller papiret en større styrke enn de mer tykkveggede og stive sommervedfibre.

Når et papirark slites over er det nemlig ikke fibrene i arket som slites over, da fibrenes egenstyrke er det mangedobbelte av papirets, men det er fibrene som glir fra hverandre. Enkeltfibrer rives derfor sjelden eller aldri over under vanlig styrkeprøvning av cellulosen eller papiret.

Det er heller ikke for slitstyrkens vedkommende funnet noen forskjell mellom *tysk gran vokst i Norge og tysk gran vokst i Danmark.*

9. *Sprengstyrke.*

For denne styrkefaktor er forholdet det samme som for slitlengden. Den er høyere for norsk gran enn for tysk. Forskjellen er meget signifikant. For tysk gran i Norge mot norsk gran i Norge er t = 6,10*** (17 DF), for tysk gran i Danmark mot norsk gran i Norge er t = 5,46*** (20 DF). Dette stemmer også overens med resultatene av tidligere undersøkelser, hvor slitstyrke og sprengfaktor i alminnelighet følges ad.

10. *Rivstyrke.*

Denne styrkefaktor viser det omvendte av hva slitstyrken og sprengstyrken viste. Den er høyere for virke for tysk gran enn for norsk. Forskjellen er meget signifikant. For tysk gran i Norge mot norsk gran i Norge er t = 5,66*** (17 DF), for tysk gran i Danmark mot norsk gran i Norge er t = 4,02*** (20 DF). Tidligere forsøk har vist det samme. Rivstyrken stiger i alminnelighet med høyere volumvekt og høyere sommervedprosent.

At forholdet for rivstyrken er motsatt av slitstyrken og sprengstyrken kan komme av at de tykkveggede sommervedfibre gjør arket stivere og at rivstyrken av denne grunn faller høyere for virke med høyere volumvekt og høyere sommervedinnhold enn for virke med lav volumvekt og mindre sommervedinnhold. I rivstyrken inngår nemlig, ved siden av det egentlige rivarbeide, også bøyningsarbeidet og dette siste blir større jo stivere arket er. Løschbrandt, (1945).

11. *Falsetall.*

Dette pleier å følge slitlengden og sprengstyrken, men i dette arbeidet er det ikke funnet noen sikker forskjell i falsetall mellom de undersøkte grupper.

Kap. III. Dyrkningsverdien av norsk og tysk gran.

Forutsetningen for å dyrke tysk eller mellomeuropeisk gran i Norge må være at den sørligere rase har en større dyrkningsverdi enn vår egen. De viktigste faktorer som bestemmer dyrkningsverdien for vanlig skogbruk er: 1. tørrstoffproduksjonen, 2. dimensjonsfordelingen og 3. kvistmengden.

Går vi ut fra at den tyske gran har en større tilvekst enn den norske, vil den også under ellers like forhold med samme treantall pr. ha. ha større årringbredder. Dette vil sammen med den større tilvekst også gi større dimensjoner for samme alder. Videre vet vi at med stigende årringbredde innen samme bonitet synker tørrvolum-

vekten. Spørsmålet blir da om den større årringbredde for den tyske gran vil senke tørrvolumvekten så meget at tørrstoffproduksjonen pr. arealenhet likevel ikke blir større enn for norsk gran.

Dette materialet viser at tørrvolumvekten for samme årringbredde er større for den tyske gran enn for den norske. Vi skal se på sammenhengen mellom tørrvolumvekt, tilvekst i m^3 pr. ha. og tørrstoffproduksjonen.

Setter vi at volumtilveksten for tysk gran er henholdsvis 5 %, 10 %, 15 %, 20 % og 25 % større enn for norsk gran, kan det regnes ut hvor meget årringbredden på middelstammen må øke for å gi de ovennevnte tilvekstøkninger. Forutsetter vi at diameter og høyde øker prosentvis like meget, og går ut fra Eides formel for formhøyden $FH = 0{,}40 + 0{,}65\ H \div 0{,}16\ D$, kan vi regne oss til at for 1 % økning i tilvekst blir økningen i middeldiameteren og dermed også for årringbredden 0,34 %, ($x = 0{,}34p$). Under forutsetning av konstant formtall kan en direkte sette at $x = \left(\sqrt[3]{1{,}0\ p} - 1\right) 100$. Vi kan da finne de økende årringbredders tørrvolumvekt for tysk gran ved å gå inn i fig. 2. Sammen med tilvekstøkningen kan vi da lett regne ut den tyske granens tørrstoffproduksjon pr. ha. for enhver økning i tilveksten sammenlignet med norsk gran.

TABELL 6

Tørrstoffproduksjonen av tysk gran sammenlignet med norsk gran.
Production of Dry Substance of German Spruce in relation to Norwegian Spruce.

Proveniens *Provenance*	% økning i tilvekst *% increase in volume increment*	Midd. årr.br. i mm *Mean annual ring in mm*	Kubikkmasse u. bark *Timber volume cu. m u. b.*	Tørrvolumvekt *Density dry*	Kg tørrstoff i 1000 kg *Kg substance dry in 1000 kg*	% økning i tørrstoff *% increase substance dry*
Norsk *Norwegian*	–	2.23	415	420	174	–
Tysk *German* ...	5	2.27	436	451	197	12.7
» ...	10	2.31	457	450	205	17.8
» ...	15	2.34	477	449	214	22.9
» ...	20	2.38	498	448	223	27.9
» ...	25	2.43	519	447	232	33.0

Bestandsalder 71, Treantall 614, Bon. A, Tynningsgr. I, D. 27.7 cm, H. 25.6 m for norsk gran — *Age of Stand 71, Number of Trees 614, Site A, Thinninggr. I, D.B.H. 27.7 cm, H. 25.6 m Spruce of Norwegian origin.*
Pr. hektar — *Per hectar.*

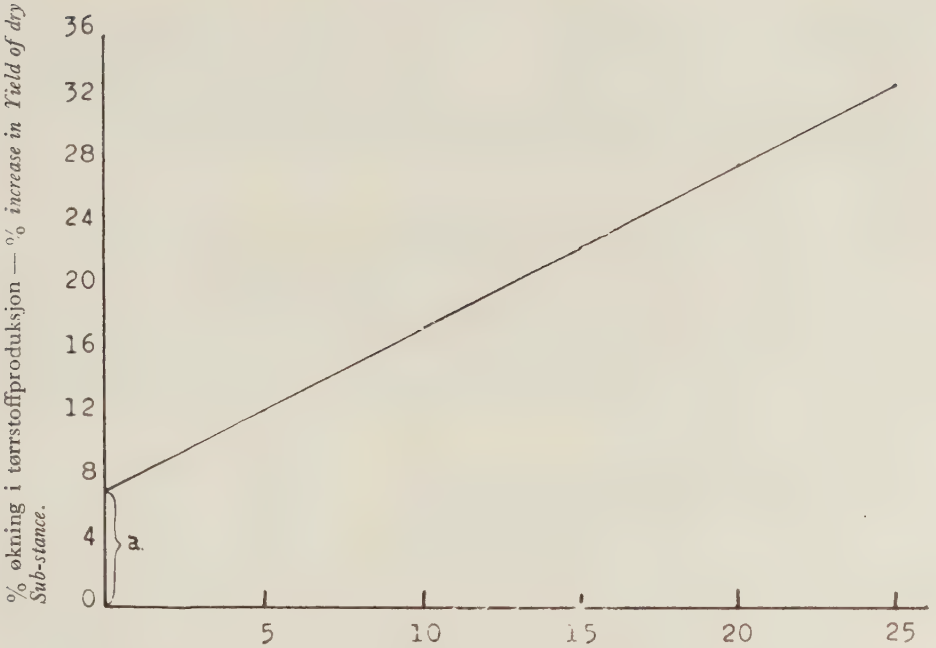


Fig. 4. % økning i massetilvekst for tysk gran. % *increase in Volum Increment of German Spruce.*
a = forskjell i tørrvolumvekt for tysk og norsk gran for samme årringbredde.
a = *difference in Dry Substance of German and Norwegian Spruce with the same Annual ring.*

For norsk gran kan vi gå ut fra et bestand i produksjonstabellen med alder 71 år, bonitet A og tynningsgrad I. Vi sammenligner dette bestand med tysk gran som gir henholdsvis 5 %, 10 %, 15 %, 20 % og 25 % økning i tilvekst. Tab. 6.

Det fremgår av tabell 6 at den tyske gran, ifølge sin større volumvekt for samme årringbredde og sin større tilvekst, vil gi en større tørrstoffproduksjon enn den norske gran. Innenfor de tilvekstøkninger vi med rimelighet kan vente for tysk gran i forhold til norsk (opptil 20—25 %) vil tørrstoffproduksjonen for tysk gran stige etter en praktisk talt rett linje med økende massetilvekst. Se fig. 4.

Konklusjon.

Ut fra det undersøkte materiale kan en trekke følgende konklusjoner:

Det er ikke funnet noen forskjell på tysk gran vokst i Norge og i Danmark.

Tysk gran gir høyere tørrvolumvekt for samme årringbredde enn norsk gran. Dette gir i alminnelighet sterkere virke for bygningsformål og større utbytte av cellulose, tremasse og fiberplater pr. m^3 virke.

Norsk gran gir gjennomgående en del bedre cellulosekvalitet med unntagelse av rivstyrken hvor den tyske gran gir høyere verdier.

Dyrkingsverdien er større for tysk gran enn for norsk, da tørrstoffproduksjonen og dimensjonene blir større og kvistmengden den samme for tysk gran sammenlignet med norsk.

Sammendrag.

Det er foretatt kvalitetsundersøkelser på 23 grantrær fra Danmark av tysk proveniens, 7 grantrær fra Norge av tysk proveniens og 20 grantrær fra Norge av norsk proveniens. Undersøkelsene er ikke utført med sammenlignende dyrkingsforsøk og resultatene må derfor tas med forbehold.

Undersøkelsene viste:

1. Det kunne ikke påvises noen kvalitetsforskjell for tysk gran i Norge og tysk gran i Danmark.
2. På samme bonitet og med samme årringbredde er tørrvolumvekten større for tysk gran enn for norsk, fordi tysk gran har høyere sommervedprosent.
3. Det er ikke funnet noen sikker forskjell i kvistmengde for de 2 granprovenienser når man sammenligner trær med samme avsmalning og samme bestandsalder.
4. For lignin, eterekstrakt og askemengde er det ikke funnet noen forskjell mellom de undersøkte norske og tyske granprovenienser.
5. Celluloseutbytte pr. vektenhet virke var det samme for de undersøkte provenienser. Derimot gav den tyske gran et større utbytte pr. m^3 virke som følge av den høyere tørrsubstans som den tyske gran hadde.
6. Cellulosens avvanningstid var kortere for den tyske gran enn for den norske. Dette henger antagelig sammen med den større mengde av tykkveggede, stive sommervedfibre som den tyske gran hadde sammenlignet med den norske.
7. Malbarheten °SR var høyere for den norske gran enn for den tyske, dvs. at den norske gran var mer hardmalt. Dette henger sannsynligvis sammen med forskjellen i tørrvolumvekt og sommervedfibre, da virke med høy tørrvolumvekt som regel males lettere enn virke med lav tørrvolumvekt.
8. Slitlengden og sprengstyrken er høyere for den norske gran enn for den tyske. Det er sannsynlig at det er den større prosent av tynnveggede vårvedfibre som er årsaken til dette.
9. Det var ingen forskjell i falsetall mellom tysk og norsk gran.

10. Rivstyrken var høyere for den tyske gran enn for den norske og viste altså motsatt resultat av slite- og sprengstyrke. Dette stemmer overens med tidligere undersøkelser.
11. Den tyske gran vil, ifølge sin større volumvekt på samme årringbredde og sin større tilvekst, gi en større tørrstoffproduksjon enn den norske gran. Innen de tilvekstøkninger vi med rimelighet kan vente for tysk gran i forhold til norsk (opptil 20—25 %) vil tørrstoffproduksjonen for tysk gran stige etter en praktisk talt rett linje med økende massetilvekst.
12. Dyrkingsverdien definert ved tørrstoffproduksjon, kvistmengde og tredimensjon er høyere for tysk gran enn for norsk.

Gustav G. Klem.

Litteratur.

Bornebusch, C. H. (1935): Proveniensforsøg med Rødgran. Særtryk af Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Bind XIII, Nr. 112.

Eide, Erling og Langsæter, A. (1941): Produksjonsundersøkelser i granskogen. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Bind VII, s. 444.

Gayer, K., Fabricius, L. (1949): Die Forstbenützung. Berlin.

Jalava, M. (1933): Strange Properties of Finnish Pines (*Pinus silvestris*). Communicat. Instit. Forest. Fenniae, 18. Helsinki. (Finsk med engelsk sammendrag).

Kalela, Aarno (1938): Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Communicat. Instit. Forest. Fenniae, 26. Helsinki.

Kiellander, C. L. (1953): Kontinentgran. Särtryck ur Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift nr. 2, og Svensk Papperstidning nr. 23.

Klem, Gustav G., Løschbrandt, Frithjof og Bade, Otto (1945): Undersøkelser av granvirke i forbindelse med slipe- og sulfittkokeforsøk. Medd. fra Det Norske Skogforsøksvesen. Bind IX.

Klem, Gustav G. (1934): Undersøkelser av granvirkets kvalitet. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Bind V.

— (1947): Våre skogstrær, deres tekniske egenskaper og utnyttelse. Oslo.

— (1952): Planteavstandens virkning på granvirkets kvalitet. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Bind XI.

Langlet, Olof (1934): Proveniensfrågan i ny belysning. Skogen. Stockholm.

Lassila, J. (1929): On Influence of Forest Type on Weight of Wood. Acta Forestalia Fennica, 36. (Finsk med engelsk sammendrag).

Nylinder, Per och Hägglund, Erik (1954): Ståndorts och trädegenskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfitmassa av gran. Medd. från Statens Skogforskningsinstitut. Band 44.

Schønbach, H. (1938): Vergleichende Untersuchungen über die technischen Eigenschaften

des Lärchenholzes bodenständiger und nicht bodenständiger Herkunfte. Tharandt. Forstl. Jb. 89.

Siimes, F. E. (1938): On the Structural and Physical Properties of Finnish Pine Wood, especially the Phenomen of Shrinking and Swelling affected by Changing the Moisture Content of Wood. Helsinki. (Finsk med engelsk sammendrag.)

Trendelenburg, R. (1939): Das Holz als Rohstoff. München — Berlin.

Wegelius, Th. (1939): The Presence and Properties of Knots in Finnish Spruce. Acta Forestalia Fennica, 48. Helsinki.

The Quality of Norway Spruce (Picea abies) of Norwegian and German Origin.

The primary purpose of the present investigation has been to find out if there are differences in quality between Norway spruce of Norwegian and German origin.

The properties examined are: specific gravity of the wood, amount of knots, width of annual rings, percentage of summerwood, amount of lignin, extracts, ash and yield and quality of the sulfite cellulose.

Experience has shown that species of southern provenance when moved to a more northern locality, not to far off, will have a longer growth period, and larger diameter and height as compared to the local species. They are often less resistant to winter frost: as a rule their growth starts later in the spring, but continues longer into the autumn. However, on the account of their later start of growth, species of southern provenance often endure the frost in the spring better than the local species do.

The moving of a species from a warmer to a colder climate, if the climate are not too different, should therefore give rise to a profitable increase in growth.

Some investigations, carried out in Scandinavia with Central-European provenances of spruce, show that several provenances are sufficiently hardy to stand cultivation as far north as the southern parts and the lowlands of Central-Sweden, and the lowlands in the southern and western parts of Norway. Therefore, it might be profitable to use Norway spruce from Central-Europe in the plantable land on the west-coast and in forest districts of the southern parts of Norway.

So far we have little experience to show whether the southern races of Norway spruce will grow better or have any other merits compared with the local races in Trøndelag or in the upland regions.

The questions are whether the quality of the southern species of Norway spruce is equivalent to that of our own spruce, and whether the larger volume will give higher output of dry substance.

Answers to these questions can hardly be accurately given until we have been able to carry out comparative studies on provenances in Scandinavia. These investigations have to extend over a period long enough to furnish observations for comparative analysis of the wood, from sample plots which differ as little as possible with regard to growth conditions.

However, we can get information on the questions by examining wood selected from occasional plantings in Scandinavia of Norway spruce of Central-European origin.

Chapter I. The Wood Material.

The wood material consists of samples from planted Norway spruce, especially taken from high site localities. Fifty trees are included. The samples of spruce of German origin have been taken from sample plots belonging to the Danish Forest Experimental Station and Norwegian Forest Research Institute. The samples of spruce of Norwegian origin have been taken previously, for other purposes, from plots belonging to the Norwegian Forest Research Institute.

1. Spruce of Norwegian origin, site A .... 20 trees
2. Spruce of German origin, grown in Norway, » A .... 7 »
3. Spruce of German origin, grown in Denmark, » A .... 14 »
4. Spruce of German origin, grown in Denmark, » C .... 9 »

See table 1 and 2.

Chapter II. Results.

For corresponding annual rings the percentage of summerwood is considerably larger in the case of spruce of German origin than in that of Norwegian origin. Most likely this is due to the fact that the growth of the former lasts longer into the autumn than is the case with the latter. Table 2 and Fig. 1.

For the different groups of spruce of German and Norwegian origin the relationship between the width of the annual ring and the specific gravity has been estimated by linear regression. Fig. 2, Tab. 3. *There is no statistical difference between German spruce grown in Norway and German spruce grown in Denmark.*

However, considerably higher specific gravity has been found in spruce of German origin (group 2 + 3) as compared with spruce of Norwegian origin. The difference is statistical significant.

There is also a statistical significant difference between spruce of German origin grown on good and poor sites (A and C). Previously, several authors have shown that the species produces wood of higher specific gravity when growing on a poorer site than it does when growing on a better site.

The higher specific gravity of the wood of spruce of German origin as compared to that of Norwegian origin is chiefly due to the greater percentage of summerwood found in the former.

For the purpose of comparing the amount of knots, we have used the taper expressed in cm per linear meter for the entire trunk to the top of the tree. It has been found that there is no significant difference between spruce of Norwegian and German origin. The slight difference that seems to be present, especially in the case of trees with larger taper, is due to differences of age between certain groups. Increase of age show tendency to lower the percentage of knots. Especially in cultivated stands the amount of knots decreases with increasing age of the stand.

Using the annual ring as bases for comparison, no differences are found between spruce of Norwegian and German origin with regard to the amount of lignin, ether extract and ash.

An outline of the more important works dealing with pulp quality and wood properties, has been given in publications no. 28—31—36, and 40 from the Norwegian Forest Research Institute. The results of the latest investigations, dealing with the same problems, has been published by the Forest Research Institute of Sweden, no. 11, 1954.

To characterize the quality of the pulp, its drainage conditions (Freenes) and its strength factor after beating and other factors have been used.

Concerning the yield our observations show that, per unit of weight of wood and at the same degree of delignification, there is no significant difference in the yield between spruce of Norwegian and German origin.

But if the yield per unit of volum is given, as is usually the case, the yield of cellulose will be found to be determined by the specific gravity of the wood. For the material at hand it is, therefore, necessary to use ca. 5 cu. m solid volume of wood per m. ton cellulose in the case of spruce of Norwegian origin, while in the case of spruce of German origin ca. 4,6 cu. m will do.

For the spruce of German origin, with larger amount of summerwood fibres, *the drainage time* is shorter than it is for spruce of Norwegian origin. The difference is statistically significant.

The beatability shows that the cellulose of spruce of Norwegian origin needs a longer time to give a certain degree of beating as compared with spruce of German origin. The difference is statistically significant. This is in accordance with results from previous investigations, showing that wood with high specific gravity is easier to beat than lighter wood.

The breaking length and the bursting strength are both higher in cellulose from spruce of Norwegian origin than they are in cellulose from spruce of German origin. For both quality factors the difference is statistically significant.

These results are confirmed by the results of previous investigations, showing that wood of low specific gravity gives higher breaking length and higher bursting strength than does wood of higher spesific gravity.

In the case of *the tearing strength* the opposite result was obtained. The tearing strength was found to be higher for spruce of German origin than for spruce of Norwegian origin. The difference is statistically significant. This result is also in accordance with results of previous investigations, showing that an increase of specific gravity gives an increase of tearing strength.

Chapter III. Benefit of Cultivation.

To recommend cultivation of Norway spruce of German origin in Norway is only justified if the cultivation of these races give larger profit than the Norwegian races do.

In forestry of conifers the most important facts that we have to know in order to estimate the profit achieved by cultivation, are: 1. the yield of dry substance per unit area, 2. the dimensions of the trees, and 3. the amount of knots.

Under equal conditions, Norway spruce of German origin grows faster than spruce of Norwegian origin. The annual rings are wider, and at the same age, the dimensions are larger. In the present investigation results have been achieved which show that the specific gravity is higher for the spruce of German origin than it is for the same annual ring in the case of spruce of Norwegian origin.

If we compare a Norway spruce stand of German origin with one of Norwegian origin, and the former one yields 5 % to 25 % more volume than the latter, *the yield of dry substance per ha. will be much larger in the stand of German origin.* This is the case even if the width of the annual rings in the spruce of German origin is larger than that

of the spruce of Norwegian origin, which will be seen from Tab. 6 and Fig. 4. The higher specific gravity for the same annual ring, and the larger yield in volume in the case of the spruce of German origin, have here been taken into consideration.

Conclusion.

The data at hand justify drawing the following conclusions:

1. The Norway spruce of German origin has the advantage, compared with spruce of Norwegian origin, that in the former the specific gravity is higher for the same annual ring. Therefore, the spruce of Germain origin will, in general, yield wood with better strength properties for building purposes and larger output of pulp per cu. m solid wood.

2. The Norway spruce of Norwegian origin generally yields cellulose of better quality than does the spruce of German origin. The exception is that the tearing strength is higher in the spruce of German origin.

3. The benefit of cultivation is greater for the Norway spruce of German origin than it is for the spruce of Norwegian origin, because the yield of dry substance and the dimension of the trees are larger for the German origin, and the amount of knots is the same for the two races.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

ASBJØRN LØKEN

Lavlandsbjørkas *(Betula verrucosa* EHRH.*)* utbredelse i Pasvikdal

Forord

Dette arbeide er en forløbig meddelelse om pågående undersøkelser over bjørkas klimaraser.

De undersøkelser som omfatter utbredelsen i Pasvikdal er foretatt i årene 1942, 1943 og 1946. Pollenfertiliteten ble undersøkt i 1951 og materialet til de cytologiske undersøkelser ble samlet inn høsten 1952.

Til anskaffelse av instrumenter og bearbeidelse av det cytologiske materiale er mottatt bidrag av Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening.

Innledning.

Av Bjørkeartene lavlandsbjørk *(Betula verrucosa* EHRH.) og vanlig bjørk *(B. pubescens* EHRH.) er det lavlandsbjørka som først stanser i utbredelse mot nord og høyereliggende strøk.

I motsetning til vanlig bjørk er den mere ensartet i stammeform og kroneoppbygging. Disse preg beholder den selv ved utbredelsesgrensene. Den er et nøysomt treslag som vokser såvel på dårlige tørre marker som på bedre og friskere jord. Sin beste vekst og utvikling får den på leirholdig muldjord med frisk fuktighet. Minimumsvarmekravet i månedene juni—september er oppgitt til å ligge ved en middeltemperatur på 12,4° C, BARTH (1949). Dette er en meget høy middeltemperatur og det viser seg at den neppe kan være riktig da arten finnes innen områder med meget lavere sommertemperaturer. For å vise dette er det i tabell 1. stillet opp temperaturer for en del værstasjoner som enten ligger innen utbredelsesområdet eller ved grenseområdene.

Av stasjoner i utbredelsesområdet har både Sunndal og Snåsa middeltemperaturer som ligger betydelig lavere enn 12,4°C. I grenseområdene er middeltemperaturene enda lavere og stasjonen Pasvik har den laveste med 10,1°C. Stasjonen Luster ligger 502 m. o. h., mens grensen for lavlandsbjørk ligger mellom 600 og 650 m. o. h. Ved å redusere temperaturen 10,7°C med ÷ 0,6°C blir den 10,1°C. eller det samme som i Pasvik. Det ser derfor ut som om minimumsvarmekravet i juni—september må ligge mellom 10—11°C.

Denne måte å oppgi minimumsvarmekravet på er nokså grov idet vegetasjonstidens lengde avtar sterkt med stigende breddegrad og stigende høyde over havet. I de nordligste og høyestliggende områder er den ikke lenger enn 2½—3 måneder. Det riktigste vil derfor være å benytte vekstenheter MORK (1941) istedetfor middeltemperaturen når minimumsvarmekravet skal fastsettes.

For å få dette bragt på det rene må det foretaes fenologiske undersøkelser og lufttemperaturene må måles på en rekke steder i

Tabell 1. *Middeltemperaturer for juni—september.*

Stasjon	Middeltemp. juni–september	Anmerkninger
Vinstra	12,1	I utbredelsesområdet
Åndalsnes	12,0	—»—
Sunndal	11,4	—»—
Ytterøy	12,1	—»—
Snåsa	11,6	—»—
Luster	10,7	I grenseområdet
Rognan	10,5	—»—
Pasvik	10,1	—»—

grenseområdene. Det vil kreves en lang observasjonrekke for å få pålitelige resultater.

Den nordligste kjente forekomst av lavlandsbjørk finnes i Pasvikdal, Sør-Varanger herred, Finnmark fylke. Pasvikdalen er den sydligste delen av Sør-Varanger herred. Den grenser i vest mot Finnland og i øst danner Pasvikelva grense med Sovjet-Russland. Dalens sydligste punkt ligger ved Grensefoss ca. 69° n.br. Landskapet preges av lave åser og flate moer som er bevokset med gammel furuskog, store trebare myrer, tallrike vann og småelver. Åsene og moene er mektige moreneavleiringer hvor fast fjell bare få steder trenger fram i dagen. Avleiringene er dannet av næringsfattig materiale og har liten evne til å holde på fuktighet. Plantedekket er artsfattig og består for det meste av laver, krekling og tyttebærlyng. I enkelte åssider hvor jordsmonnet er fuktigere og bedre forekommer også etasjemose (Hylocomium splendens), furumose (H. Schreberi), Blåbærlyng, gullris og tredelt småbregne. Myrene er dype og på dem vokser det lite kravfulle Sphagnumarter, dvergbjørk, lave vidjearter, finnmarkspors og tranebær.

Klimatisk sett hører Pasvikdalen til innlandsområdene i Finnmark, med forholdsvis lave vintertemperaturer og høye sommer-temperaturer, tabell 2.

Den høyeste temperatur har måneden juli, 13,0°C. Middeltemperaturen for månedene juni—september er 10,1°C. Avvikelsene i de enkelte år kan være meget store, dette går fram av tabell 3. Året 1954 var middeltemperaturen for juli hele 15,9°C. eller 2,9° høyere enn normaltemperaturen for samme måned. Middeltemperaturen for de fire sommermånedene juni—september varierer også meget idet den i 1949 var 9,5° C og i 1953 var så høy som 11,5° C. Dette viser at i enkelte år kan temperaturene være like høye som i lavereliggende

Tabell 2. Temperaturnormaler. 1901–1930. Stasjon: Pasvik

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	År
÷13,0	÷13,3	÷8,3	÷2,1	3,4	9,8	13,0	11,1	6,3	÷0,5	÷7,0	÷11,4	÷1,0

strøk i Nord-Trøndelag og den sydligste del av Nordland fylke. Dette vil igjen si, at enkelte år kan sommertemperaturen være høy nok til at det kan utvikles modent frø.

Nedbøren er meget lav, hvilket vil fremgå av tabell 4. Denne viser at juli er den nedbørrikeste måned og mars den nedbørfattigste. I stasjonen Bjørnsund som ligger lengst nord i Pasvikdal er nedbøren i månedene juni–september 208 mm eller 51,4 % av årsnedbøren. I stasjonen Pasvik som er den sydligste faller det 189 mm eller 54,5 % av årsnedbøren i de samme måneder. I vegetasjonstiden skulle det således falle tilstrekkelig med nedbør. Resten av årsnedbøren faller for det meste i form av snø og det midlere antall dager med snødekke er gjengitt i tabell 5. Av denne sees det at det er hele 217 dager med snø og at det er bare månedene juli og august som helt mangler snødekke. Snøen er for øvrig meget løs og har liten vannverdi.

Forekomsten av lavlandsbjørk i Pasvikdal ble første gang beskrevet av Juul (1920). Han skriver bl. a.: «Det er selvfølgelig fjeldbjerken (betula odorata) som er den almindeligste! men også lavlandsbjerken (betula verrucosa) forekommer hist og her, enkelte steder endog i store mængder. Dette er forsaavidt merkelig, som dens nordgrense i Norge av botanikerne opgis til at være Snaasen i Nord Trøndelag fylke. At det er lavlandsbjerken er sikkert nok. Jeg har foretatt nøyagtige undersøkelser av en hel række individer, saa en feiltagelse skulle være udelukket. Enkelte eksemplarer er endog utprægede hengebjerker. De nordligste forekomster jeg har paatruffet er ved Samettielven 69°30′ n.b.»

Tabell 3. Månedstemperaturer. 1948–1953. Stasjon: Pasvik.

År	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	År	juni-sept.
1948	÷18,5	÷ 9,9	÷ 5,9	0,7	6,3	9,9	13,9	9,9	7,6	1,2	÷ 4,1	÷ 7,0	0,3	10,3
1949	÷10,2	÷ 7,4	÷ 7,8	÷1,0	4,1	7,8	11,2	10,6	8,2	÷0,3	÷ 1,3	÷ 8,3	0,5	9,5
1950	÷15,8	÷12,2	÷ 6,3	1,7	3,8	11,8	11,6	14,0	7,7	3,4	÷ 5,5	÷ 7,9	0,5	11,3
1951	÷17,6	÷12,4	÷ 8,8	0,2	1,9	8,2	11,0	14,9	7,3	4,0	÷ 9,1	÷11,8	÷1,0	10,4
1952	÷11,2	÷ 7,8	÷11,7	÷0,6	2,8	12,2	13,7	8,8	6,3	÷1,5	÷ 5,1	÷13,6	÷0,6	10,3
1953	÷13,6	÷16,2	÷ 6,7	1,4	4,5	15,2	12,9	12,5	5,3	1,9	÷ 2,8	÷ 4,7	0,8	11,5
1954	÷11,4	÷14,9	÷ 5,1	÷0,7	6,0	9,8	15,9	11,1	7,3	÷0,2	÷ 6,6	÷ 2,6	0,7	11,0
1955	÷13,0	÷20,3	÷12,9	÷4,4	3,4	7,3	12,5	12,6	7,3	÷0,1	÷12,5	÷19,8	÷3,3	9,9

Tabell 4. Midlere nedbørhøyder. 1901–1930.

Stasjon	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	År
Bjørnsund	21	20	18	20	25	45	55	47	48	35	32	26	392
Pasvik	13	15	11	20	21	40	62	50	37	32	26	20	347

Tabell 5. Midlere antall dager med snødekke. 1901–1939. Stasjon: Bjørnsund.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	År
31	28	31	30	21	1	–	–	1	15	28	31	217

Lavlandsbjørka vokser i Pasvikdal bare på tørre moer og i sydvendte lier hvor det kan være litt større fuktighet og bedre jordbunnsforhold. Den opptrer aldri i rene bestand, men alltid i blanding med furu og vanlig bjørk (*B. pubescens* EHRH.). På forsumpet skogsmark hvor vanlig bjørk danner bestand finnes den ikke.

Morfologiske karakterer.

Stamme.

Trærne er vanlig enstammet og rake. De avviker ikke meget i stammeform fra sydligere klimaraser. Kroneoppbyggingen er stort sett også den samme. Det kan forekomme individer med 2 og 3 stammer på samme rot, men det er mere sjelden. På grunn av det innbyrdes trykk disse øver på hverandre blir stammene hos slike individer mere eller mindre sabelformet.

Stammehøyde og brysthøydediameter.

Stammehøyden er naturligvis avhengig av alder og voksested, men hvor forholdene er gode kan det finnes trær som er like høye som de omkringstående furuer, dvs. inntil 15—16 m. Brysthøydediameteren varierer meget i forhold til høyden. Det største tre som er målt hadde en brysthøydediameter som var 40 cm. Hvor høyt dette tre egentlig hadde vært, var vanskelig å avgjøre da toppen var brukket av. Stammen var for øvrig sterkt angrepet av Polyporus betulinus. Dette er svært alminnelig hos eldre trær. Vanligst er brysthøydediameteren hos de høyeste trærne mellom 25 og 30 cm.

Stammetversnitt.

Stammetversnittet varierer som hos sydligere klimaraser fra rundt til ovalt eller uregelmessig kantet.

Bark.

Det har i de senere år vært vanlig å klassifisere barken i 4 typer: grov og fin skorpebark, sprekkebark og never Olofson (1953). De 2 førstnevnte typene forekommer ikke. Den vanligste typen er never som hos yngre trær har en kalkhvit til gråhvit og hos eldre trær en skittengrå farge. Lenticellene kommer godt til syne og er av den korsformede typen. Sprekkebark forekommer mest hos eldre trær og bare på stammens basale del. Hos noen få trær kan det forekomme sprekkebark inntil 3 m over rothalsen. Sprekkene er som oftest meget grunne. Hos det største treet som blev funnet var sprekkene inntil 6 cm dype.

Greintype og greinvinkel.

Greintykkelsen varierer fra tynne til meget tykke uten at det er mulig å peke på at den ene type er mere framherskende enn den andre. Greinspissene er for det meste strittende, men det forekommer også trær hvor de er hengende, om enn ikke i så utpreget grad som hos de virkelige hengebjørker. Greinvinkelen varierer mellom ca. 45–80°, og det er ofte slik at trær med stor greinvinkel er mere finkvistet enn trær med spissere vinkel.

Fig. 1. Blad av lavlandsbjørk fra Gjøkåsen.

Årsskudd.

Årsskuddenes farge er enten rødbrune eller glinsende rødbrune med tydelige harpiksvorter. De eldre skuddene er brunfarget og har tydelige lenticeller som varierer noe i størrelse og er hvite eller gulhvite av farge.

Bladknopper.

Bladknoppene er som oftest brunfarget, men det finnes også grønne og olivenfargete knopper med et brunskjær. Knoppskjellene har ofte et tynt og matt harpikslag og er håret i randen. Enkelte individer har tørre knopper.

Blad.

Bladene er enten rombeformet med kileformet grunn eller trekantet med tvert avskåret grunn. Spissen er utdratt og ofte skjev fig. 1.

Bladenes overside er besatt med større eller mindre harpikskjertler som er hvite. Nervenettet kan være noe opphøyet. Undersiden er også besatt med harpikskjertler som er klare eller hvitfargete. Hos enkelte trærs blader kan det langs midtnerven forekomme korte hår. Bladstilkens farge er grøn, rød, rødbrun eller brun. Den kan både være glatt eller spredt håret og kan også ha en del harpikskjertler.

Fig. 2. Nøtter og rakleskjell av lavlandsbjørk.

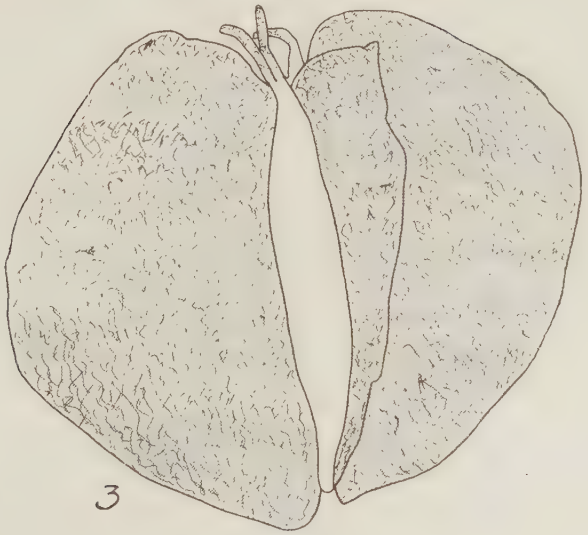


Fig. 3. Trevinget nøtt med tre arr.

Rakler.

Hanraklene er ferdigdannet allerede om høsten og sitter gruppert 3 og 3 i enden av årsskuddene. Hunraklene er cylindriske og vanlig noe kortere enn hos sydligere klimaraser. Rakleskjellene sitter som normalt spiralstillet på rakleaksen og har en kort midtlobe og 2 nedadrettede sidelober fig. 2. Under hvert rakleskjell sitter det 3 hunblomster som hver har to rødlige arr. De modne nøttene er smale og spoleformede. De har to tynne og gjennomsiktige vinger som er 2—3 ganger så breie som nøttene. Vingenes kant går framom de to arrene, fig. 2.

Foruten den normale nøttetypen finnes det en type som har tre vinger og tre arr, fig. 3. Mellom denne type og den normale finnes det en rekke overgangsformer. Frekvensen av denne type og overgangsformene varierer meget fra tre til tre og er av stor fylogenetisk interesse. Dette vil bli behandlet i et eget arbeide. Tre nr 131/50 hadde 5,21 % trevingende nøtter med tre arr.

Utbredelse.

Som nevnt ovenfor ble artens forekomst i Pasvikdal først beskrevet av Juul (1920). Senere er forekomsten nevnt av Dahl (1934), men denne forfatter har øyensynlig ikke hatt kjennskap til førstnevntes arbeide idet bare et finnested nevnes og da ingen av de som nevnes av Juul.

For å få en oversikt over treslagets utbredelse ble områdene langs

Pasvikelva mellom Grensefoss og Tangefoss undersøkt i årene 1942 og 1943. Langs elva ligger det store flate moer som i nord ender i Tangefjell som er en lav morenerygg. På disse moene som delvis ble ødelagt av skogbrann og hogst under siste verdenskrig sto det store sammenhengende bestand med vekselvis yngre og eldre furuskog. Særlig i de eldre bestand på moene og i sydhellingen av Tangefjell sto det en rekke større lavlandsbjørker innsprengt blandt furuene. Nordgrensen for denne arm av utbredelsen stoppet på Tangefjell, men en annen arm kommer fram til elva lenger nord. Grunnen til at det ikke er sammenheng i utbredelsen langs elva er den at strekningen mellom Tangefjell og Gjøkåsen vesentlig består av større sammenhengende myrer.

Den neste del av undersøkelsen ble utført høsten 1946 og omfatter de resultater som gjengies nedenfor.

Moene mellom Grensefos og Tangefjell er smale og mellom disse og Ødevann er det store myrpartier som gjennomskjæres av tørre rygger. Fra Grensefoss og langs riksgrensen mot Krokfjell er det moer og svake hellinger hvor lavlandsbjørka forekommer innsprengt i furuskogen. Fra Krokfjell sprer forekomsten seg nordøstover mot Ødevann og på vestsiden av dette forekommer treslaget hyppigere. Fra Ødevann strekker det seg en arm som går i nordlig retning mellom Steinfjell og Hallerfjell fram til Stabbursfjell. En annen arm går i nordvestlig retning og fram til Ellenvann, og fra dette langs Sortbrysttjern og Ellenelva til Stabbursfjell hvor den støter sammen med den andre armen fra Ødevann. Disse to armene splittes igjen på nordenden av Stabbursfjell og den ene strekker seg i østlig retning langs Gjøkfjell og fram til Noatun ved Ellenelva. Fra Noatun fortsetter den videre i nordlig retning utover Kjeringneset til 69° 12′ n.br. Det siste treet står midt mellom Lyngmo og Jordanfoss på en tørr mo med ung furuskog.

Den andre armen fortsetter langs Ellenelv fram til det sted hvor denne renner sammen med Føllelva. Herfra sprer treslaget seg i nordlig retning utover Føllbrannen som er en gammel brannstrekning. Fra Føllbrannen er den videre sammenheng i utbredelsen ikke undersøkt, men treslaget kan påvises lenger nord på en tørr morenerygg, Elgryggen som ligger ved riksveien mellom Nyrud og Kirkenes, ca. 69°21′ n.br.

Til tross for at det ikke kan påvises sammenhengende bestand av lavlandsbjørk, så opptrer treslaget så hyppig og over så store områder (ca. 400 km²) at man som tidligere ikke kan betegne det som sjeldent.

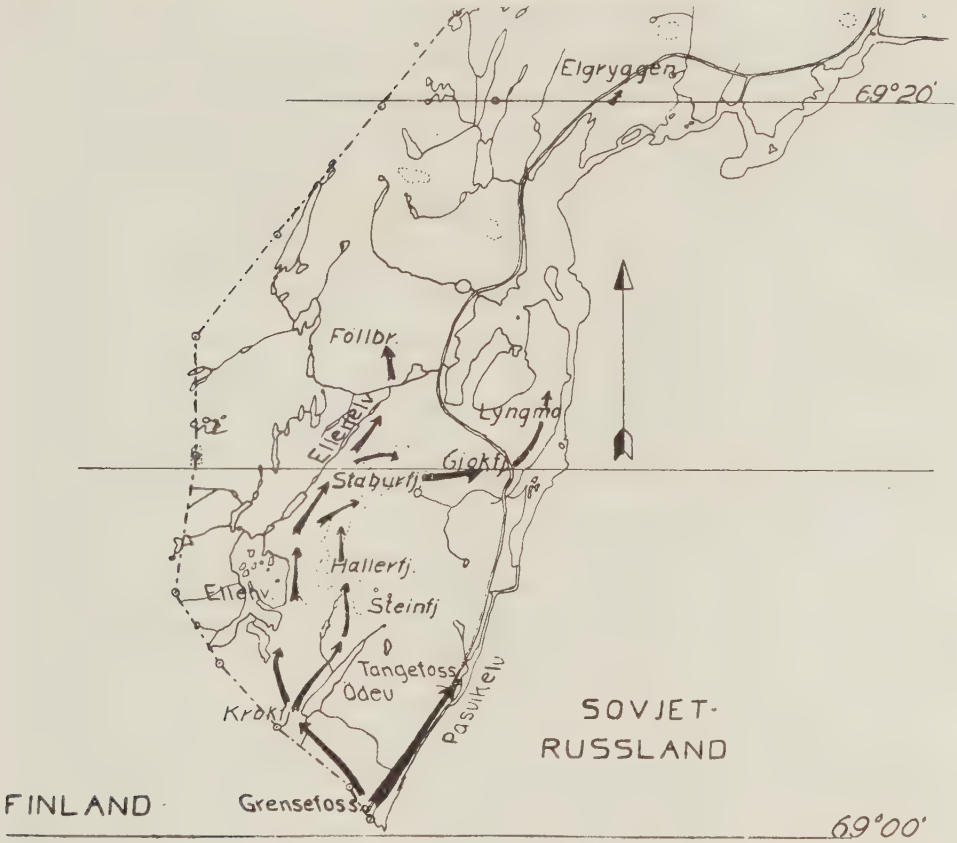


Fig. 4. Kart over Øvre Pasvikdal hvor pilene viser utbredelse og utbredelsesretning.

Innvandring.

Lavlandsbjørkas utbredelse i Sør-Norge henger tydelig sammen med utbredelsen i vårt naboland Sverige. Nordgrensen for denne ligger i Norge, i Saltdal, ca. 67° n.br. Den store avstand mellom Saltdal og Pasvikdalføret umuliggjør en sammenheng mellom disse to forekomster. Det mest nærliggende er derfor å sette utbredelsen i forbindelse med en innvandring fra Finnland eller Sovjet-Russland.

I Finnland er det ingen fjellkjeder eller høyereliggende rygger som kan hindre lavlandsbjørka i å spre seg nordover til dens klimatiske grense i Finsk Lappland. Det kan derfor påvises en sammenhengende utbredelse fra landets sydligste deler og opp til ca. 69°10' n.br. Kujala (1929). Antall trær pr. arealenhet avtar sterkt nordover, og ved grensen for utbredelsen opptrer den som blandingstre i furuskogregionen. Kujala (1929).

Fra Finsk Lappland fortsetter treslaget sin innvandring i Pasvikdal. Denne har foregått over Grensefoss, Krokfjell og ved Ellenvann. Det er lite trolig at det har foregått noen innvandring fra Sovjet-Russland da det mot den tidligere finsk-russiske grensen ligger høye fjellpartier som har hindret en spredning fra denne kanten.

Foryngelse.

I Pasvikdal kan det påvises både vegetativ og generativ foryngelse. Den vegetative foryngelse kommer villig etter hogst av trærne og i form av stubbeskudd. Rotskudd er ikke observert. Karakteristisk er det at i rothalsen hos gamle og skadde trær kan det være et rikt oppslag av stubbeskudd. Det samme er på langt nær så vanlig hos trær av sydligere klimaraser.

Generativ foryngelse er svært sjelden, men kan her og der finnes på steder hvor mineraljorden har vært blottlagt. Grunnen til at frøforyngelse forekommer så sjelden kan bero på flere omstendigheter som, dårlige spirebetingelser, lang tid mellom hvert frøår og dårlig fertilitet hos nøttene.

Grunnen til at spirebetingelsene kan være dårlige beror i første rekke på at temperaturen er for lav i spireskiktet. Dessuten vil også markdekket i mange tilfeller opptre som en hindring.

Hvor lang tid det går mellom hvert frøår kan det ikke sies noe om da det ikke foreligger oppgaver over blomstring og frøsetning hos lavlandsbjørk fra Pasvikdal. For å kunne bringe dette på det rene må det som tidligere nevnt foretaes fenologiske observasjoner i en lengre periode.

Nøttenes fertilitet er som oftest meget lav, det viser en spireprøve som ble utført med nøtter som var samlet inn høsten 1950. Av 800 nøtter som var lagt ut til spiring, var det bare 1,6 % av nøttene som spirte. Av de som ikke hadde spirt var det bare 2,8 % som hadde utviklete frø. Resten av nøttene, ialt 95,5 %, var tomme. Sommertemperaturen var i frøsetningsåret meget høy da middeltemperaturen juni—september var 11,3° eller 1,2° høyere enn normalen. Av den grunn skulle man kunne ventet at modningsforholdene hadde vært bortimot tilfredsstillende. Den høye prosent tomme nøtter beror antakelig på forstyrrelser under meiosis i embryomodercellene eller på ufullstendig bestøvning. Det har dessværre ikke vært mulig å foreta embryologiske undersøkelser, men derimot er pollenfertiliteten undersøkt hos 20 trær.

Pollenfertiliteten.

Ufullstendig bestøvning av hunblomstene kan enten bero på utilstrekkelig tilførsel av pollen eller på at det tilførte pollens kvalitet er dårlig. For å kunne få undersøkt pollenfertiliteten ble det i februar 1951 samlet inn kvister med hanrakler på, fra 20 trær, hvorav 15 stykker står mellom Stabbursfjell og Gjøkfjell og 5 stk. på Kjerringneset. Kvistene som var samlet inn ble satt i vann på laboratoriet og drevet fram ved vanlig værelsetemperatur. Etter hvert som raklene slapp pollenet ble det samlet opp på objektglass. Pollen fra flere rakler fra samme tre ble blandet sammen for å få et så godt gjennomsnitt som mulig. Til pollenet ble satt en dråpe fargeoppløsning som besto av like deler 1 % karmin i 45 % eddiksyre og glycerin. De fulle pollenkorn blev farget intenst røde, mens de tomme som oftest forblev ufarget. Da en del fylte pollenkorn forblev ufarget og en del tomme blev farget, blev det undersøkte pollen delt i 4 klasser:

Ff: Fylt og farget.
Fu: » » ufarget.
Tf: Tomt og farget.
Tu: » » ufarget.

Tabell 6. Pollenfertilitetet i % og pollendiametere i mirkometerstreker.

Tre nr.	Ff	Fu	Tf	Tu	> 3spp	Pollendiameter
125/51	97,27	–	–	2,73	–	9,53
126/51	98,48	0,38	–	1,14	–	9,68
127/51	54,21	–	–	45,79	–	9,73
128/51	86,36	0,31	1,21	12,12	–	9,78
129/51	58,29	–	0,48	41,23	–	9,80
130/51	99,52	–	–	0,48	–	8,65
131/51	92,90	0,65	0,32	6,13	–	9,13
132/51	96,52	–	–	3,48	–	9,71
133/51	95,62	–	0,67	3,71	–	9,66
134/51			Gav intet pollen.			
135/51	99,15	–	–	0,85	–	9,12
136/51	69,21	–	–	30,79	–	9,86
137/51	99,62	–	–	0,38	–	9,52
138/51	99,43	–	–	0,57	0,29	9,58
139/51	91,04	0,18	0,37	8,41	0,40	9,63
140/51	55,00	–	–	45,00	–	10,22
141/51	41,77	–	–	58,23	2,19	9,99
142/51	49,81	12,74	3,47	33,98	2,33	9,95
143/51	50,81	–	–	49,19	–	10,06
144/51	99,36	–	0,64	–	–	9,78

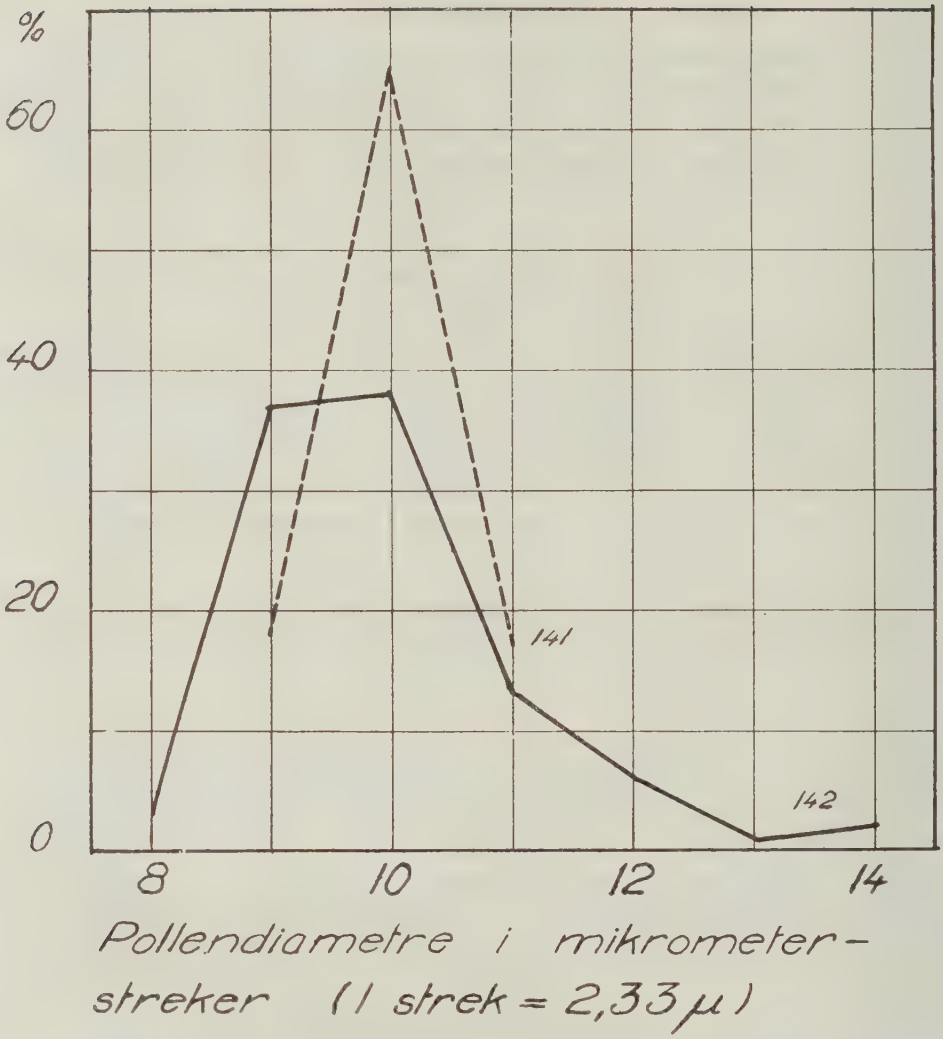


Fig. 5. Frekvenskurver for pollendiametre.

Dessuten ble det undersøkt hvor stor prosent av pollenet som hadde flere enn 3 spireporer (det normale er 3).

Av de 19 trær som ga pollen hadde 7 stk. eller 36,8 % en betydelig nedsatt pollenfertilitet og denne var lavest hos tre nr. 141/51 hvor bare 41,77 % av pollenkornene var fertile. Derimot er spredningen i pollendiameterne hos dette tre svært liten, fig. 4. Hos tre nr. 142/51 er fertiliteten noe høyere, 49,81 % med 12,74 % fylte ufargete, men her er frekvenskurven meget skjev og spredningen større. Hos begge trærne forekommer det pollen med flere enn 3 spireporer henholdsvis 2,19 og 2,33 %, Det ble i disse prøver funnet pollenkorn med inntil 12 spireporer. På grunn av at det er vanskelig å foreta eksakte

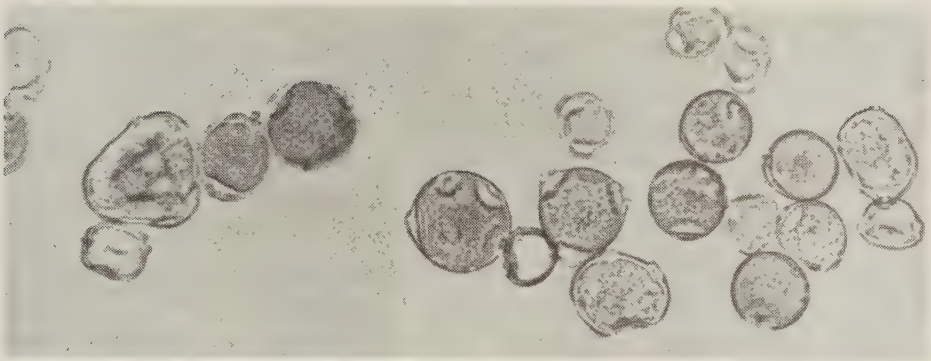


Fig. 6a. Foto av pollen fra tre nr. 141. De lyse klare kornene er tomme og de mørke er fertile. To av kornene har flere enn tre spireporer.

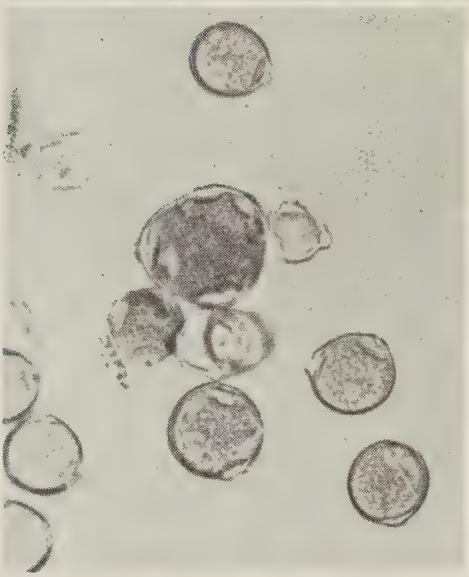


Fig. 6b. Foto av pollen fra tre nr. 143.

bestemmelser når antallet blir stort er alt mellom 4 og 12 samlet i en gruppe > spireporer. Pollen med 6—12 spireporer er enten oppstått fra binukleære celler, dyader eller monader.

Cytologiske undersøkelser.

De store tompollenprosenter som forekommer hos en del av de undersøkte trærne tyder på at det er forstyrrelser i meiosis i pollenmodercellene.

Hanrakiene er ferdigdannet før vegetasjonstidens slutt og meiosis foregår normalt i tiden omkring den 20. august. I sommere med høye lufttemperaturer kan den foregå noe tidligere og kan være forbi allerede den 15. august, dette var tilfelle høsten 1953 da sommertemperaturen lå meget høyere enn det normale. Pollenet var dette år ferdigdannet allerede den 16. august.

Metodikk.

Raklene ble knepet av kvistene og lagt i små glassrør og dekket med fiskerveske (NAWASCHIN-KARPECHENKO (CRAF)). Raklene ble oppbevart i fiskervesken inntil de ble støpt inn i parafin.

Til snitting ble benyttet en REICHERT-MINOT-mikrotom. I begynnelsen ble det benyttet en snittykkelse på 14 μ. Det viste seg imidlertid at denne var for stor idet det var vanskelig å få farget så tykke snitt jevnt. Snittykkelsen ble derfor redusert til 10 μ som viste seg å være den gunstigste.

Forsøksvis ble det benyttet 4 fargemetoder:

Feulgen farging

Heidenhains haematoxylinfarging

Newtons gentianaviolettfarging

Randolphs crystalviolet-jod-farging.

Feulgenfargingen gav meget ujevne resultater. Det kunne hende at fargingen ble meget god, men i de fleste tilfeller ble det for dårlig kontrast mellom kromatin og plasma.

Heidenhains haematoxylinfarging gav jevne og gode resultater men det kunne enkelte ganger vise seg vanskelig å få snittene tilstrekkelig avfarget.

Newtons gentianaviolettfarging gav gode resultater, men det kunne også ved denne metode vise seg vanskelig å få avfargingen så jevn som ønsket.

Den metode som ga de beste resultater var Randolphs crystalviolet-jod-farging. Denne var lett å utføre og gav alltid gode resultater. Dette beror ganske sikkert på blekingen med kaliumpermanganat og oxalsyre som går forut for fargingen.

Resultater.

Hos $^2/_3$ av trærne var meiosis normal. Kromosomparingen foregår uten forstyrrelser og i 1. metafase er det 14 bivalenter fig. 7. I 2. anafase er det dannet 4 poler med 14 kromosomer i hver og den påfølgende tetradedeling foregår normalt.

Hos de trær hvor pollenfertiliteten er nedsatt forekommer det flere typer av uregelmessigheter i meiosis, og de forskjellige typer skal behandles hver for seg.

Cytomixis.

Den vanligst forekommende uregelmessighet er cytomixis og er hos flere av trærne observert i de fleste faser av meiosis. Denne foreteelse med overføring av kromatin fra en celle og over i en annen er

beskrevet av en rekke forskere og hos flere arter. GATES og LATTER (1927) og MÜNTZING og PRAKKEN (1941). Om årsaken til cytomixis hersker det uenighet og det hevdes av enkelte at bruken av visse fiksermidler og ytre mekanisk påvirkning kan føre til cytomixis. At dette kan være tilfelle kan en ikke se bort fra, men det er også meget som tyder på at det er indre arvelige egenskaper som er årsaken til cytomixis.

Skal en slik transport av kromatin kunne foregå må det forekomme svekkede steder eller huller i cellenes membraner. Derved kan to sammenstøtende cellers protoplasma komme i kontakt med hverandre og kromatinet vil lett kunne transporteres fra den ene cellen og over i nabocellen. Et ytre mekanisk trykk vil også kunne føre til at protoplasma og kromatin blir presset fra en celle og over i en annen gjennom slike svakheter i celleveggene. Det er tatt hensyn til dette ved innsamlingen av materialet og raklene ble derfor ytterst varsomt behandlet. Dessuten er det ikke benyttet squash eller smear-metoder ved farging. Det skulle derfor være rimelig å anta at cytomixis i dette materialet ikke er forårsaket av ytre årsaker, men beror på indre arvelige defekter.

Som nevnt forekommer cytomixis i alle stadier av meiosis, og i tidlig profase kan det iakttaes at kromatintrådene klumper seg sammen og kan påvises som små klumper i nabocellen. Hvor disse er trengt inn er det dannet en vakuolelignende klar blære som skiller seg ut fra cellens for øvrig grynede og mere ugjennomsiktige struktur. (fig. 8).

I diplotene og i diakinesis er det lettere å påvise cytomixis og det er også mulig å telle antall bivalenter som har vandret fra den ene celle og over i den andre. Hos tre nr. 143 ble det funnet et tilfelle hvor 12 bivalenter var vandret over i nabocellen fig. 9. Hos tre 127 vises det i fig. 10 en celle med tre ekstra bivalenter.

Hos tre nr. 134 ble det i Metafase I påvist cytomixis i en meget høyere grad enn hos de andre trærne. Det karakteristiske var at cellene var bundet sammen med kromatinstrenger. Det var ikke bare to og to celler som var bundet sammen, men ofte hele komplekser. I fig. 11 vises således tre celler som er forbundet med hverandre. Måten hvorpå cellene er bundet sammen tyder på at kromatintrådene må være klebrige slik at det dannes kromatinklumper uten synlig struktur.

I anafase I er det bare påvist to tilfeller av cytomixis som begge forekommer hos tre nr. 127. Fig. 13 og 14 viser at to celler fortsatt har kontakt med hverandre. I det ene tilfelle ser det ut som om kromosomene som har trengt inn i nabocellen er forbundet med hver-

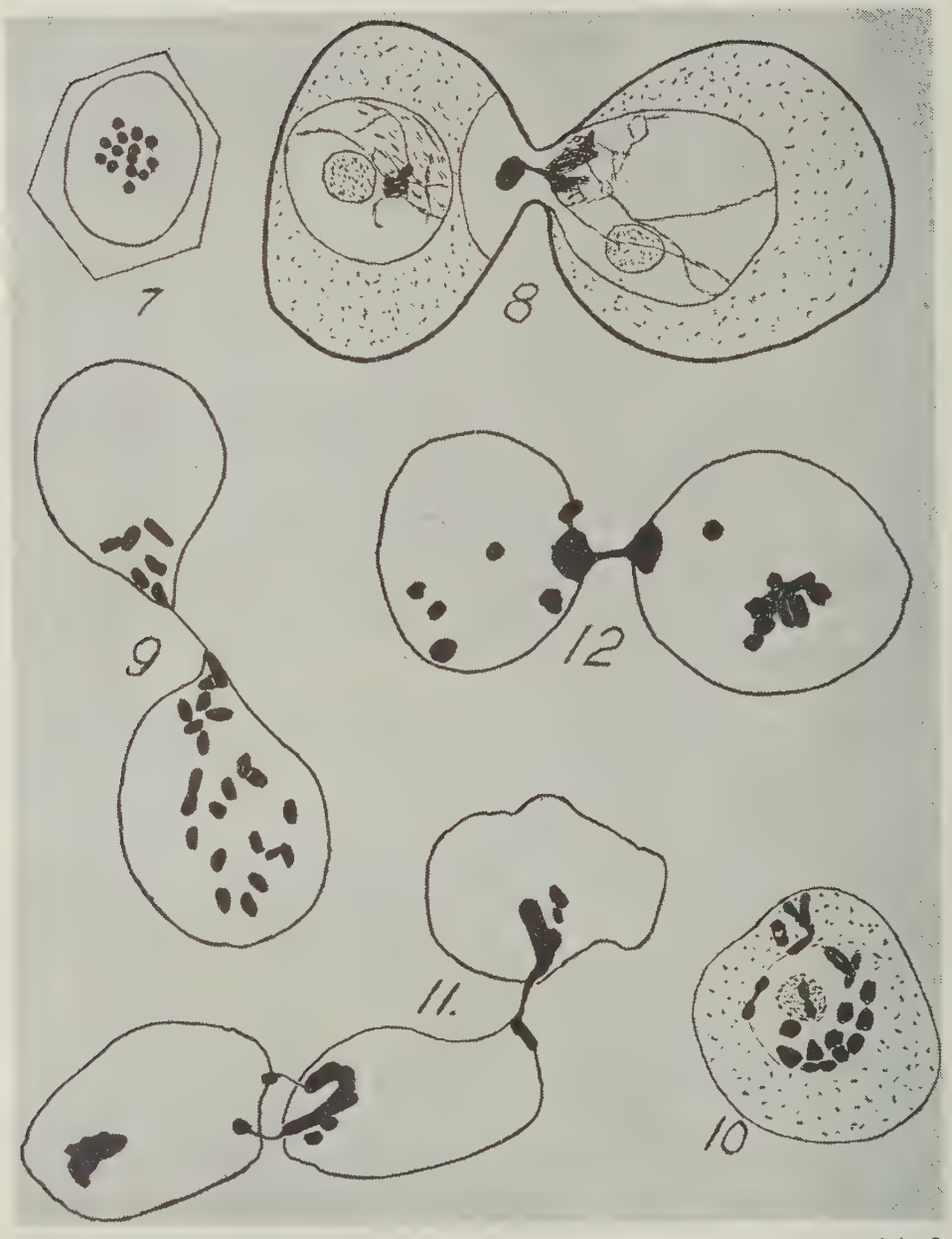


Fig. 7—12. Fig. 7. Normal metafase I. Fig. 8—12. Pollenmoderceller med cytomixis. 8- tidlig profase, 9- diakinesis, 10- diplotene, 11 og 12 metafase I.

andre med tynne tråder. Dessuten er det merkelige forhold tilstede at de inntrengende kromosomer har dannet en tripolar spindel med de som forekommer i cellen fra før. Det ser derfor ut som om kromosomene fra nabocellen må ha vært tilstede allerede under metafase

I og at disse istedenfor å vandre til en av de to normale poler har foretrukket å danne en tredje, selvstendig pol.

I interkinesis og metafase II er det ikke påvist tilfeller av cytomixis.

I anafase II er det iakttatt 1 tilfelle av cytomixis, hvor alle kromosomene fra en pol forsøker å trenge inn i nabokjernen. Denne inntrengen må ha begynt allerede under telofase I eller metafase II. Delingen har så foregått på normal måte hvor den ene halvpart har vandret tilbake i modercellen, mens den andre danner et bindeledd mellom de to cellene fig. 15.

I fig. 16 vises en normal anafase II med et større ekstra kromatinlegeme. Dette legeme er sikkert trengt inn i cellen ved cytomixis i et tidligere stadium.

Det som er karakteristisk er at cytomixis bare forekommer hos trær med lav pollenfertilitet (trærne nr. 127, 134, 139, 141, og 143). Det er derfor nokså nærliggende å anta at nedsatt pollenfertilitet er forårsaket bl. a. av opptredende cytomixis.

Binukleære pollenmoderceller.

I tidlig profase ble det hos tre nr. 141 funnet en celle med 2 cellekjerner. Kjernene lå så tett sammen at de berørte hverandre. Det var vanskelig å avgjøre om det kunne være en direkte kontakt mellom dem.

Müntzing og Prakken (1941) fant i en rug-plante en enkelt binukleær celle i diakinesis og de antok at en slik celle i metafase I vil opptre som en tetraploid celle. Det er i dette materiale også bare funnet en celle som er binukleær (hos tre nr. 141), fig. 17, men det har ikke vært mulig å påvise tetraploide celler. Derimot kan det påvises uredusert pollen, så det er meget som taler for at det hos dette tre også kan foregå en fusjon mellom to cellekjerner i en binukleær celle og at det dannes tetraploide metafasegrupper som ved videre normal deling vil kunne gi diploid pollen.

Inversjon.

Hos trærne 134, 139 og 141 ble det funnet celler med inversjonsbroer i anafase I, fig. (18 og 19). I flere tilfeller kunne det foruten broer også iakttaes acentriske kromosomer. På grunn av kromosomenes størrelse er det vanskelig å bedømme centromerenes og de enkelte kromosomarmers beliggenhet. Fragmentene varierer noe i størrelse, men er i de fleste tilfeller meget små. Dette tyder på at de inverterte deler er korte og har en mere eller mindre terminal beliggenhet.

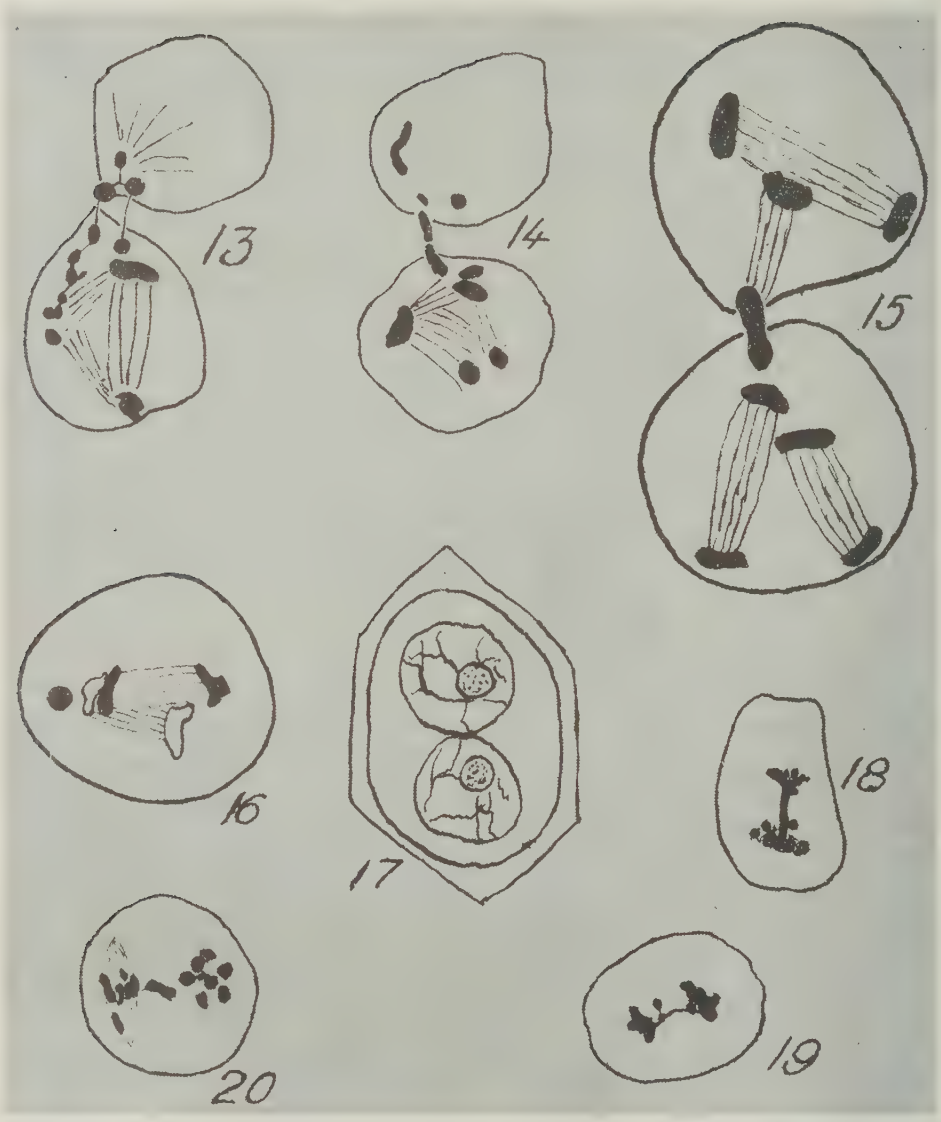


Fig. 13—20. Fig. 13—16 cytomixis. 13 og 14- anafase I med tripolare spindler. 15 og 16- anafase II. Fig. 17 binukleær celle. Fig. 18 og 19, inversjonsbroer med acentriske kromosomer. Fig. 20, metafase II med lagging kromosom.

«Lagging» kromosomer.

Hos trærne 129, 134 og 139 forekom det i anafase I og i anafase II kromosomer som var «lagging». Som oftest var det bare 1 kromosom som lå mellom de to anafasepolene, men det kunne også forekomme 2. Hos trærne 129 og 139 ble det i metafase II funnet tre tilfeller hvor det var rester etter «Lagging» kromosomer fig. 20.

Hvorvidt det er univalenter eller bivalenter som er lagging i anafase I har det vært umulig å avgjøre.

Det er ikke påvist andre uregelmessigheter enn de som er nevnt her, men det vil med det første bli samlet inn et meget større materiale for å kunne få et virkelig overblikk over hvor stor prosent av trærne som har pollenmoderceller og embryomoderceller med forstyrrelser i meiosis.

Sammendrag.

Lavlandsbjørkas *(Betula verrucosa* EHRH) utbredelse i nordlige strøk har vært lite undersøkt og oppfatningen har vært at den i Pasvikdal forekommer som meget sjelden. Denne undersøkelse viser at dens utbredelse er meget større enn tidligere antatt. Videre viser det seg at treslaget på tross av at det vokser langt borte fra optimumsområdene har beholdt sin vakre stammeform og karakteristiske kroneoppbygning.

Det tall 12,4°C som er satt opp som minimumsvarmekrav i månedene juni—september må være for høyt da lavlandsbjørkas utbredelse strekker seg inn i områder med langt lavere sommertemperaturer, i Pasvikdal er den bare 10,1°C.

Forekomsten kan ikke ha noen sammenheng med den øvrige utbredelsen i Norge og må derfor være innvandret fra Finnland.

Den generative foryngelsen er sjelden, og dette beror på dårlige spireforhold, dårlig modne nøtter og på forstyrrelser i pollenmoderceller og embrymoderceller. Av slike forstyrrelser er det i det innsamlede materiale registrert følgende abnormiteter i Pollenmodercellene: cytomixis, inversjon og «lagging» kromosomer.

Med det første vil det bli samlet inn et meget større materiale for å kunne få en bedre oversikt over disse forstyrrelser.

Asbjörn Bölter

Litteratur.

Barth, Agnar (1949): Bjørka. — Oslo.

Dahl, Ove (1934): Floraen i Finnmark fylke. — Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. 69.

Gates, R. R., Latter, J. (1927): X. — Observations on the pollen development of two species of Lathræa. — Journal of the Royal microscopical society. Vol. XLVII Series III.

Juul, J. G. (1920): Vore grænseskoger mot Rusland. — Skogeieren 7– årgang.

Kujala, Viljo (1929): Untersuchungen über Waldtypen in Petsamo und in angrenzenden Teilen von Inari — Lappland. — Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae. Editae 13.

Mork, E. (1941): Om sambandet mellom temperatur og vekst. — Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen, hefte 27, bd. VIII.

Müntzing, A., Prakken, R. (1941): Chromosomal aberration in rye populations. — Hereditas bd. XXVII.

Olofson, Å. (1953): Om de svenska björkarternas morfologiska variation och skogliga värde. — Svensk Papperstidning nr. 20 og 21 1953.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

J. LÅG

Arealfordelingen av noen viktige grupper av bergarter i Norge

The proportional Area of some Important Groups of Rocks in Norway

Sammensetning av berggrunnen har på mange måter innvirkning på planteveksten. Mineraljorda er nesten i sin heilhet blitt til av fjellgrunnen. Egenskapene til de geologiske lausavleiringene har innflytelse på jordsmonnutformingen og derigjennom også på vegetasjonen. Jordarter av forskjellig bergartsmateriale har ulike kjemiske og fysiske egenskaper. Det er også skilnad på mengdene av lausmateriale som dannes av forskjellig fjellgrunn. Oppbygningen av berggrunnen har i mange høve betydning for topografien, og terrengforholdene har på sin side innvirkning på jordsmonn og plantevekst.

I Norge er egenskapene til jordsmonnet på flere måter særlig sterkt avhengig av berggrunnen. Jamført med andre land av tilsvarende størrelse varierer sammensetningen av fjellgrunnen sterkt hos oss. På grunn av den kvartærgeologiske nedisinga har jordsmonndannelsen pågått gjennom relativt kort tid. Egenskapene til de øverste jordsjiktene vil altså under ellers like vilkår være endret mindre her enn i områder med lenger tidsrom for jordsmonndannelsen. Over store deler av landet er det svært lite lausmateriale. Som eksempel kan nevnes at etter siste landsskogtaksering hadde 16,2 % av takstflatene i produktiv skog i Telemark fylke mindre jorddybde enn 20 cm, 38,3 % jorddybde 20—70 cm og 45,5 % over 70 cm (Låg 1955). Tallmateriale som ennå ikke er publisert fra takseringen av Agder-fylkene, viser enda betydelig sparsommere jorddekke for dette området enn for Telemark. I tillegg til arealene med grunn jord som bærer produktiv skog, kommer de store områdene som er impediment fordi det finnes for lite jord. Der plantene kommer direkte i kontakt med fjelloverflaten, vil egenskapene til berggrunnen ha særlig stor innvirkning. Også i tilfelle da jorda er litt dypere, men der det mot fjelloverflaten dannes grunnvannstrømmer som kommer vegetasjonen til gode, kan berggrunnen ha relativt stor betydning.

Lausmateriale som er blitt transportert, kan ha mer allsidig mineralogisk sammensetning enn fjellgrunnen på stedet. Men undersøkelser

i Norge har vist at mye morenemateriale er flyttet relativt lite (LÅG 1948).

For mer enn 60 år siden offentliggjorde HELLAND (1893) en sammenstilling over utbredelsen av forskjellige bergarter i hvert enkelt fylke i Norge. BRØGGER (1894) publiserte året etter noen tall for arealet av forskjellige eruptivbergarter i Oslofeltet. Seinere har BARTH (1945) skaffet nye tall for Oslofelt-bergartene. Beregningene til Helland er ofte blitt sitert i litteraturen. F. eks. har Landsskogtakseringen brukt Hellands tall ved publisering av de første takstresultatene fra mange av fylkene. I oversiktsarbeider og undervisning i jordbunnslære er tallene ofte blitt referert (se f. eks. BJØRLYKKE 1940, GLØMME 1935).

I den tid som er gått etterat Helland utførte sine beregninger, har det foregått en intens utforskning av berggrunnen i Norge. Nylig har Holtedahl og Dons offentliggjort berggrunnskart over landet i målestokk 1 : 1 000 000 (se bilag til HOLTEDAHL 1953). Det er her tatt hensyn til det som foreligger både av publisert og upublisert betydningsfullt materiale om fjellgrunnen. Viktige geologiske forskjeller er det lagt særlig vekt på å få fram på kartet. Aldersforholdene har derfor vært avgjørende ved gruppering av bergartene. Men selv om berggrunnskartet altså ikke er laget spesielt for å tjene som grunnlag for jordundersøkelser, gir det likevel meget verdifulle opplysninger om spørsmål av betydning for jordbunnslæren.

Da det skulle være av interesse å skaffe en oversikt over arealfordelingen av forskjellige bergarter, der en utnytter det nye materialet på området, har jeg fått laget en sammenstilling på grunnlag av berggrunnskartet til Holtedahl og Dons. For Oslofeltet er dessuten i noen grad blitt brukt det oversiktskartet Brøgger og Schetelig ga ut i 1923.

Med tanke på klarlegging av innflytelsen berggrunnen har på planteveksten, er det av betydning å vite noe om høyden over havet for de forskjellige bergartsarealene. Bl. a. på grunn av at kartmaterialet over store deler av landet er mangelfullt med hensyn til nivåangivelser, har jeg foreløpig nøyet meg med å få beregnet særskilt utbredelsen av bergartene over og under 1000 meter-nivået. For mange områder hviler det sikkert også store feil på fikseringen av koten for 1000 m o. h.

Foruten direkte måling av bergartsarealer på kartet er det gjort bruk av offisielle arealtall for herreder og fylker. Arealberegningene er på en samvittighetsfull måte blitt utført av skogassistent P. Guddingsmo.

Utregningen av arealene de forskjellige grupper av bergarter dekker, kan naturligvis ikke vise nøyaktigere resultater enn det kartverket gir grunnlag for. Det nye Norges-kartet er en meget verdifull og kjærkommen tilvekst til oversiktsframstillingene av de geologiske forholdene i landet vårt. Men som HOLTEDAHL (1953) selv framhever, er det for store områder så mangelfullt kjennskap til berggrunnen at kartet må bli svært ufullstendig. Det er selvfølgelig også mange muligheter for feil og unøyaktigheter ved gjennomføringen av denne sammenstillingen fra kart- til tallframstilling. Men selv om en risikerer at enkelte tall kan avvike sterkt fra det riktige, skulle tallmaterialet som heilhet likevel kunne gi opplysninger av verdi.

De viktigste generelle resultatene av arealberegningene er gjengitt i hovedtabellen. Tallene angir for forskjellige grupper av bergarter den prosentdelen de utgjør av landarealet henholdsvis i heile Norge og i de enkelte fylkene. Dessuten er det ført opp særskilt tall for hvor stor del av disse bergartsområdene — også beregnet i prosent av landarealet — ligger over 1000 m o. h. For å spare plass er det unnlatt å ta med tall for arealet under 1000 m o. h., altså differansen mellom de to oppførte tallene.

Tabellen omfatter de 12 hovedgruppene 1) grunnfjell, 2) overveiende gneisbergarter i Vest-Norge og Trøndelag, 3) eokambriske bergarter, 4) kambrosiluriske sedimentbergarter, 5) kaledonske instrusiver i Sør-Norge og antatte kaledonske intrusiver i Nord-Norge, 6) devoniske bergarter, 7) Valdres-sparagmitt, 8) skyvedekkenes bergarter i Jotunheimen, 9) «bunngranitt» m. v. i Nord-Norge, 10) gneisbergarter av injeksjonsgneiskarakter i Nord-Norge, 11) Lofot-eruptiver og 12) permiske bergarter i Oslofeltet. Tilsammen dekker disse bergartene 99,8 % av landarealet. De 0,2 % av arealet som ikke er tatt med i beregningene, fordeler seg på små områder av en rekke forskjellige bergartsgrupper. Således er f. eks. hverken Fen-feltet, Garnos-breksjen eller jura-kritt-feltet på Andøya kommet med, fordi de hver for seg utgjør meget beskjedne arealer. De to små gruppene gabbro av uviss alder i Nordland og Troms, og granitt og gneisgranitt i Vest-Finnmark er også utelatt.

Innafor hovedgruppene av bergarter er det i mange tilfelle skilt ut undergrupper. Både for grunnfjellet, gneisbergartene i Vest-Norge og Trøndelag, de eokambriske bergartene og de kambrosiluriske sedimentene utgjør disse undergruppene bare en liten del. Når det blir foretatt mer detaljerte undersøkelser, vil det nok f. eks. vise seg at kvartsitt, hyperitt og noritt, og gabbrobergarter og amfibolitt dekker mye større arealer innafor grunnfjellet. Det er ingen skarp grense

mellom Oslofelt-sedimentene og de øvrige kambrosiluriske sedimentbergartene. Disse sammenstillingene for landarealene viser som ventet litt mindre tall både for sedimentene og eruptivene i Oslofeltet enn beregningene til BARTH (1945). I Oslofeltets kambrosilur inngår kalkstein.

Til jamføring med tallene i første kolonne i hovedtabellen kan en ta for seg den arealfordelingen HELLAND (1893 s. 448) kom til:

Grunnfjell	24,2
Granitt	20,2
Gabbro	3,2
Syenitt og yngre granitt	1,5
Porfyr	0,4
Sparagmitt	5,1
Skifer	30,3
Høyfjellskvarts	1,9
Silur	0,6
Konglomerat og sandstein	0,4
Jura	0,0
Berggrus, jøkelgrus og myr	2,0
Leire, sand og aur	4,8
Innsjøer	3,8
Snø og is	1,6
	100,0

Hellands utregninger gjelder heile rikets flateinnhold, mens arealet med åpent vann ikke er med i beregningen som er gjengitt i denne hovedtabellen. Videre har Helland regnet 6,8 % av flateinnholdet som overdekt («Berggrus, jøkelgrus, myr. Ler, sand, aur»). Kartet av Holtedahl og Dons viser avdekt berggrunn. Endelig har Helland ført opp det bredekte arealet særskilt, men i sammenstillingen her er arealet under breene prøvd fordelt på de forskjellige bergartsgruppene. Det brearealet Helland oppgir, er ellers større enn det vi nå regner å ha i Norge.

Tar vi for oss noen enkelttall i Hellands framstilling, merker vi oss at han bare fører opp knapt ¼ av Norges areal som grunnfjell. Men det går klart fram av hans utgreiinger om bergartene i de forskjellige distriktene at det aller meste av det som er ført opp under granitt, hører til grunnfjellet. Det store gneisfeltet i Vest-Norge og Trøndelag ble den gangen regnet som grunnfjell. Ved vurdering av tallene i hovedtabellen må en også merke seg at mer eller mindre av skyvedekkenes bergarter i Jotunheimen sannsynligvis er av grunnfjellsalder. Sparagmittformasjonen figurerer med et lite tall i Hellands

sammenstilling, og årsaken er at han bare har regnet med sparagmitten i Sør-Norge.

Undersøkelse av utbredelsen av forskjellige bergartsgrupper i ulike høydesoner har også til dels gitt interessante resultater. Mye av skyvedekkenes bergartsmasser ligger i stor høyde over havet. Særlig gjelder dette de kiselfattige bergartene. Over store distrikter ligger også mye av kambrosilursedimentene høyt. Jordbunnsmessig sett gunstige bergarter får altså i store områder relativt mindre økonomisk betydning enn ellers fordi de ligger i særlig stor høyde. Bl. a. i tilknytning til jordundersøkelsene i forbindelse med Landsskogtakseringen er det meininga seinere å foreta en nøyaktigere høydesoneinndeling av berggrunnen i enkelte trakter.

Sett ut fra jordbunnslærens synspunkt kan det være aktuelt å inndele bergartene etter andre prinsipper enn de som er brukt ved framstillingen av det geologiske Norges-kartet. Det kan f. eks. sies at det i jordbunnslæren ikke har noen betydning om bergartene har forskjellig alder hvis de ikke har ulike egenskaper som opphavsmateriale for jordarter og jordsmonn. På den andre sida kan bergarter som geologisk regnes til samme formasjon og derfor ikke er skilt at på et fjellgrunnskart, gjerne være av vesensforskjellig kvalitet som råstoff for jordsmonndannelsen. Selv mellom varieteter av en og samme bergart kan det være store ulikheter. Det er f. eks. påvist at en bestemt varietet av larvikitt gir opphav til relativt store mengder forvitringsjord av forholdsvis god kvalitet (LÅG 1945), mens det generelt sett ikke er dannet mye forvitringsjord av denne bergarten.

I tilknytning til tallene i hovedtabellen kan nevnes at kalkstein og dolomitt på flere måter står i særstilling som opphavsmateriale for jordsmonnet. Tabellen har bare med tall for bergarter som etter den brukte grupperingen utgjør minst 0,1 % av Norges landareal. Kalkstein og dolomitt blir derfor forholdsvis sjelden representerte. For heile landet viser utregningene at kalkstein og dolomitt utgjør 1,1 %.

Den gjennomsnittlige sammensetningen av berggrunnen i Norge avviker atskillig fra middelsammensetningen av jordskorpa. Men både dette problemet og kompliserte spørsmål om egenskaper til forskjellige grupper av norske bergarter som utgangsmateriale for jordsmonndannelsen er det planlagt å behandle i større bredde seinere.

Litteratur

Barth, T. F. W. (1945): Studies on the igneous rock complex of the Oslo Region. II. Systematic petrography of the plutonic rocks. — Skrifter utg. av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I, 1944, No. 9. 104 s. — Oslo.

Bjørlykke, K. O. (1940): Utsyn over Norges jord og jordsmonn. — Norges Geologiske Undersøkelse. Nr. 156. 235 s. — Oslo.

Brøgger, W. C. (1894): Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. I. Die Gesteine der Grorudit-Tinguait-Serie. — Videnskabsselskabets Skrifter. I, 1894, No. 4. 206 s. — Kristiania.

Glømme, H. (1935): Forelesninger i Jordbunnslære ved Norges Landbrukshøiskole. — 205 s. (Stensiltrykk.) — (Oslo.)

Helland, A. (1893): Jordbunden i Norge. — Norges geologiske undersøgelse. No. 9. 464 s. — Kristiania.

Holtedahl, O. (1953): Norges geologi. — Norges Geologiske Undersøkelse. Nr. 164. 1118 s. — Oslo.

Låg, J. (1945): Weathering of syenite in Kjose, Vestfold. — Norsk Geologisk Tidsskr. 25, [1945], 216–224. — Oslo.

— (1948): Undersøkelser over opphavsmaterialet for Østlandets morenedekker. — Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 35. Bd. 10, s. 1–223. — Elverum.

— (1955): Undersøkelse av skogjorda i Telemark fylke ved Landsskogtakseringens markarbeid sommeren 1954. — Jordbunnsbeskrivelse nr. 40. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 45. Bd. 13, s. 165–224. — Bergen.

Kartmateriale

Brøgger, W. C. og Schetelig, J. (1923): Geologisk oversiktskart over Kristianiafeltet. — Norges Geologiske Undersøkelse. — Kristiania.

Holtedahl, O. og Dons, J. A. (1953): Berggrunnskart over Norge. — Norges Geologiske Undersøkelse. — Oslo.

(Dessuten er forskjellige topografiske karter blitt brukt.)

Summary

The proportional area of some important groups of rocks in Norway.

An account has been made of the frequence of the more important groups of rocks in the bedrock in Norway. The present calculation is based on the map published in 1953 by Holtedahl and Dons. Further, for the Oslo Region, the general survey map of 1923 by Brøgger and Schetelig, has been used to some extent. Separate computations have been carried out for regions located above and below an altitude of 1000 meters, respectively. The major results are presented in the main table. As to the accuracy of the numerical data presented, these are given with some reservations.

The computations show that the total land area of Norway can be divided as follows: 1) Pre-Eocambrian rocks 31.0 %, 2) mainly gneissic rocks, in West Norway and Trøndelag 14.0 %, 3) Eocambrian rocks (including adjacent augen gneiss) 14.2 %, 4) Cambro-Silurian sedimentary rocks etc. 23.4 %, 5) Caledonian intrusive rocks in South Norway and assumed Caledonian intrusive rocks in North Norway 5.2 %, 6) Devonian rocks 0,4 %, 7) Valdres-sparagmite 0.4 %, 8) rocks in thrust masses, Jotunheimen etc. 4.2 %, 9) «basal granite» etc. in North Norway 3.0 %, 10) gneissic rocks of injection-gneiss character, in North Norway 1.2 %, 11) plutonic rocks of Lofoten 0.9 %, and 12) Permian rocks of the Oslo Region 1.9 %. The rocks mentioned in the account constitute in all 99.8 per cent of the total land area of Norway.

Limestone and dolomite together make 1.1 per cent.

Some rocks like phyllite and gabbro, which usually have a favourable effect on the soil quality, are over large areas situated at such heights above sea level, that their economic importance for plant production there become relatively small.

Zusammenfassung

Arealverteilung einiger wichtiger Gruppen von Gesteinen in Norwegen.

Es sind Berechnungen der Verbreitung der wichtigsten Gruppen von Gesteinarten des Felsbodens in Norwegen ausgeführt worden. Sie gründen sich auf die Gebirgskarte herausgegeben im Jahre 1953 von Holtedahl und Dons. Für das Oslogebiet ist ausserdem zum Teil die Übersichtskarte aus dem Jahre 1923 von Brögger und Schetelig benutzt worden. Die Zusammenstellungen für Gegenden über und unter 1000 m. über dem Meeresspiegel sind getrennt durchgeführt worden. Die wichtigsten Ergebnisse sind in der Haupttabelle wiedergegeben. Bezüglich der Genauigkeit des vorgelegten Zahlenmaterials sind Vorbehalte gemacht.

Die Zusammenstellungen zeigen, dass das gesamte Landareal Norwegens sich folgendermassen zusammensetzt: 1) Urgebirge 31,0 %, 2) die Gegend mit hauptsächlich Gneise in West-Norwegen und in Tröndelag 14,0 %, 3) eokambrische Gesteine (Sparagmitformation) 14,2 %, 4) kambrosilurische Sedimentgesteine u. ähnl. 23,4 %, 5) kaledonische Intrusive in Süd-Norwegen und angenommene kaledonische Intrusive in Nord-Norwegen 5,2 %, 6) devonische Gesteine 0,4 %, 7) Valdres-Sparagmit 0,4 %, 8) die Gesteine der Schubdecken in Jotunheimen u. ähnl. 4,2 %, 9) «Basal-Granit» u. ähnl. in Nord-Norwegen

3,0 %, 10) Gneisgesteine von Injektionscharakter in Nord-Norwegen 1,2 %, 11) Lofot-Eruptive 0,9 % und 12) permische Gesteine im Oslogebiet 1,9 %. Insgesamt betragen die mitgerechneten Gesteinareale 99,8 % der Landfläche Norwegens.

Kalkgesteine und Dolomit betragen insgesamt 1,1 %.

Bodenwirtschaftlich günstige Gesteine wie Phyllit und Gabbro kommen über weite Gebiete in grossen Höhen über dem Meeresspiegel vor, wo sie für die Pflanzenproduktion von verhältnismässig geringer ökonomischer Bedeutung sind.

Hovedtabell. *Main Table.*

% av Norges landareal / *% of the land area of Norway*

% av fylkenes landarealer / *% of the land area of the counties*

		Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Ostfold	Akershus med Oslo	Hedmark	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Oppland	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Buskerud	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Vestfold	Telemark	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Aust-Agder	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Vest-Agder	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Rogaland	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Hordaland med Bergen	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Sogn og Fjordane	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Møre og Romsdal	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Sør-Trøndelag	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Nord-Trøndelag	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Nordland	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Troms	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	Finnmark	Herav > 1000 m o. h. *Of this area > 1000 m. above sea level*	
1. Grunnfjell. *Pre-Eocambrian rocks*	31,0	3,7	99,3	74,3	38,5	1,8	10,7	0,4	71,2	19,9		93,6	21,5	99,5	21,4	100	5,4	64,5	4,0	26,2	9,4	3,3	1,2			1,8	0,5	9,0	0,5	3,9	1,2	5,8	0,2	46,6		1
Kvartsitt. *Quartzite*	1,3	0,4					0,1		11,4	3,1		14,5	3,1	2,5	2,0			0,8	0,2	1,0	0,5													0,5		
Trysil-sandstein. *Trysil-sandstone (Jotnian)*	0,3	–			3,7	0,3																													
Hyperitt og noritt m. v. *Hyperite and norite etc.*	0,1	–	0,3		0,3				0,4			0,1		0,5																					
Gabbro m. v. og amfibolitt. *Gabbro etc. and amphibolite*	0,4	–	0,1	0,1	0,4	0,2			0,5	0,1		2,0	0,1	2,3		0,2				1,3	0,1														
2. Overveiende gneisbergarter, i Vest-Norge og Trøndelag. *Mainly gneissic rocks, in W.-Norway and Trøndelag*	14,0	3,1					18,5	14,3										7,2		16,9	0,5	59,1	17,5	93,4	18,5	23,6	0,8	33,7	0,4							2
Kvartsitt og hellegneis. *Quartzite and flaggy gneiss*	0,2	–					0,4	0,3														1,0		0,7	0,2	0,9									
3. Eokambriske bergarter (inkl. tilgr. øyegneis). *Eocambrian rocks (including adjacent augen gneiss)*	14,2	1,6			42,0	6,8	24,9	7,2	2,1	1,1														1,0	0,5	7,9	5,8	0,2				10,3	0,5	17,5	0,1	3
Overveiende gneisbergarter, i Nord-Norge. *Mainly gneissic rocks, in N.-Norway*	1,8	–																														0,9	0,5	6,2		
Kalkstein og dolomitt. *Limestone and dolomite*	0,1	–			0,3		0,3	0,1																										0,3		
4. Kambrosiluriske sedimentbergarter m. v. *Cambro-Silurian sedimentary rocks etc.*	23,4	3,7	0,1	5,6	12,3	4,0	22,1	7,0	3,0	1,5	2,2	2,1	1,3	0,1	0,1			18,6	1,9	21,0	9,8	8,5	3,8	1,2	0,5	59,3	8,4	18,3	0,6	42,8	5,6	60,5	6,3	1,7		4
Oslofeltet. *The Oslo Region*	0,7	–	0,1	5,6	2,5		2,4		3,4		2,8	1,1																							
Kalkstein og dolomitt. *Limestone and dolomite*	1,0	–		0,3	0,1		0,3	0,1	0,3			0,1						0,1		0,1				0,1		0,2		1,0		4,7	0,1	3,0	0,2			
5. Kaledonske intrusiver i Sør-Norge og antatte kaledonske intrusiver i Nord-Norge. *Caledonian intrusive rocks in S.-Norway and assumed C. intrusive rocks in N.-Norway*	5,2	0,5			0,2	0,2	2,5	2,2										2,9		5,0		1,4	0,5	1,3		6,7	0,5	8,3	0,2	21,7	1,9	6,7	1,6	3,7	0,1	5
Gabbro m. v., dioritt og amfibolitt. *Gabbro etc., diorite and amphibolite*	1,9	0,2			0,2	0,1	0,2	0,1										0,9		3,1		0,1		1,2		4,0	0,4	1,6	0,1	2,0	0,4	6,4	1,6	3,5	0,1	
Olivinstein og serpentin. *Peridotite and serpentine*	0,1	–			0,1																					0,1		0,1		0,1		0,1			
Trondheimitt, oppdalitt m. v. *Trondheimite, oppdalite etc.*	0,9	0,1			0,5	0,1	0,3	0,2										1,9		1,9		1,3	0,5	0,1		2,6	0,1	6,5	0,1						
Kiselrike bergarter, mest granitt, i Nord-Norge. *Rocks rich in Si, mainly granite, in N.-Norway*	2,3	0,2																												19,5	1,5	0,2			
6. Devoniske bergarter. *Devonian rocks*	0,4	0,1																				6,9	1,3	0,1		0,5									6
7. Valdres-sparagmitt. *Valdres-sparagmite*	0,4	0,4					5,1	4,8														0,6	0,6												7
8. Skyvedekkenes bergarter i Jotunheimen m. v. *Rocks in thrust masses, Jotunheimen etc.*	4,2	2,5			0,1		14,5	12,3	8,4	8,2		0,1	0,1					6,6	2,8	27,9	5,9	20,2	13,2												8
Sterkt deformerte, overveiende suprakrustalbergarter. *Strongly deformed rocks, mainly supracrustal*	0,6	0,2							0,4	0,4										7,7	1,0	3,7	2,3												
Overveiende kiselrike dypbergarter. *Mainly plutonic rocks rich in Si*	1,2	0,7					2,2	1,9	4,0	4,0		0,1	0,1					6,6	2,8	10,1	3,6	2,3	1,8												
Overveiende kiselfattige dypbergarter. *Mainly plutonic rocks poor in Si*	1,5	1,3			0,1		10,8	10,0	4,0	3,7										1,4	0,2	7,9	6,2												
Anortositt og mangeritt m. v. *Anorthosite and mangerite etc.*	0,9	0,2					1,3	0,2												8,6	1,1	6,3	2,9												
9. «Bunngranitt» m. v. i Nord-Norge. *«Basal granite» etc. in N.-Norway*	3,0	0,2																												14,1	1,4	16,2	0,1			9
10. Gneisbergarter av injeksjonsgneiskarakter, i Nord-Norge. *Gneissic rocks of injection-gneiss character, in N.-Norway*	1,2	0,1																												9,8	0,8	0,3				10
11. Lofot-eruptiver. *Plutonic rocks of Lofoten*	0,9	–																												7,5	0,1					11
Granitt. *Granite*	0,1	–																												1,2						
Syenitt og monzonitt. *Syenite and monzonite*	0,6	–																												4,3	0,1					
12. Permiske bergarter i Oslofeltet. *Permian rocks of the Oslo Region*	1,9	–	0,6	20,1	0,1		2,7		9,3		97,2	3,8																								12
Eruptive dagbergarter. *Effusive rocks*	0,4	–	0,4	3,2					1,4		34,2	0,3																								
Kiselrike dypbergarter (granitt-nordmarkitt). *Plutonic rocks rich in Si (granite-nordmarkite)*	1,0	–		15,1			2,5		5,9		27,1	1,3																								
Kiselfattige dypbergarter (larvikitt-essexitt). *Plutonic rocks poor in Si (larvikite-essexite)*	0,5	–		1,7			0,1		2,0		35,8	2,2																								

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

ELIAS MORK

Om frøkvalitet og frøproduksjon hos furu i Hirkjølen

Seed Quality and Seed Production for Scots Pine at Hirkjølen

Innhold

Innledning 353
Formålet med undersøkelsen 353
Metodikk 354
Forsøksmateriale 355
A. Forsøksresultatene:
1. Furukonglenes modning i september 359
2. Ettermodning av furukongler i oppvarmet rom 361
3. Konglelengden hos de forskjellige frøtrær 362
4. Frøkvaliteten hos de forskjellige treindivider 363
a. Prosent levende frø eksklusive tomfrø 363
b. Antall levende frø pr. liter kongler 365
5. Frøtrærnes alder og frøproduksjon 367
6. Konglelengde og frøproduksjon 369
7. Frøtrærnes tilvekst og frøproduksjon 369
8. Sommervarme og frømodning 370
B. Diskusjon 373
C. Konklusjoner 374
D. Litteratur 375
E. *Seed Quality and Seed Production for Scots Pine at Hirkjølen* 376

Innledning.

I 1931 begynte Det norske Skogforsøksvesen undersøkelser i Hirkjølen forsøksområde. «Jordbunnsforholdene i Hirkjølen forsøksområde» er publisert i Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen H. 19 av SEMB (1937) og i samme hefte finnes en beskrivelse: «Om vegetasjonen i Hirkjølen forsøksområde» av MORK og HEIBERG (1937).

Forsøksområde ligger på fjellet mellom Østerdalen og Gudbrandsdalen på ca. 61° 40′N og ca. 0° 10′V for Oslo. Det laveste punkt innen område ligger i en høyde av 720 m. o. h. og skoggrensen går opp til 1055 m. o. h.

Området er ca. 1500 ha. hvorav ca. 500 ha. er snaufjell. I liene omkring Skjerdingfjell, som ligger midt i området, vokser det mest gran og bjørk. I dalbunnen som i vesentlig grad består av flate moer av glasifluviale dannelser, består skogen vesentlig av furu.

I planen for undersøkelsene av dette fjellskogområde inngår også undersøkelse av de naturlige gjenvekstmuligheter for furu, gran og bjørk.

En viktig faktor når det gjelder naturlig gjenvekst er frøsetningen og tilgangen på spiredyktig frø.

Ved anlegg av frøtrestillinger i fjellskog er man ofte i tvil om man skal sette igjen unge, middelaldrende eller gamle trær som frøtrær. Veksterlige trær med stor krone blir ofte foretrukket for trær med små kroner som er glissen i baret. Men man vet meget lite om det er noen forskjell på frøkvaliteten hos de forskjellige trær og om enkelte trær f. eks. har flere levende frø pr. liter kongler enn andre.

Denne undersøkelse har til hensikt å belyse disse forhold samt å undersøke frømodningen og frøets kvalitet under forskjellige modningsbetingelser.

Formålet med undersøkelsen.

Problemstillingen for undersøkelsen som kun omfatter furu kan stilles opp i følgende punkter:

1. Hvilken betydning har september måned for modningen av furufrøet i fjellskogen?

2. Skjer ettermodningen best når konglene sitter på trærne til i begynnelsen av april måned, eller er det bedre å høste konglene om høsten og oppbevare dem under værelsestemperatur?
3. Er konglestørrelsen en for treet karakteristisk egenskap?
4. Er det noen forskjell på frøkvaliteten hos forskjellige treindivider?
5. Hvordan er sambandet mellom:

   a. Frøtrærnes alder og frøproduksjon.
   b. Konglestørrelse og frøproduksjon.
   c. Frøtrærnes tilvekst og frøproduksjon.
   d. Sommervarme og frømodning.

Metodikk.

For å undersøke disse oppgaver ble det sommeren 1936 utvalgt tilfeldig og merket 20 frøtrær på en flat furumo i dalbunnen av forsøksområdet. En meteorologisk stasjon er opprettet midt på furumoen som ligger 800 m o. h. (jfr. Mork og Heiberg 1937 og Semb 1937 med tilhørende karter).

Konglene ble klenget under en temperatur av 50°C. Da furukongler fra fjellskog har vanskelig for å åpne seg (jfr. Eide 1930, Wibeck 1931 og Nordstrøm 1952), ble prøvene fuktet en gang pr. døgn og klengetiden varte i 3 døgn. For hver fuktning ble konglene tromlet og frøet tatt bort.

Spireundersøkelsene ble utført på Skogforsøksvesenets laboratorium i et alminnelig Jacobsen spireapperat som sto i værelsestemperatur. Vannet i apperatet ble oppvarmet en gang pr. døgn til 30°C slik at temperaturen vekslet mellom ca. 15 og 30°C. Under disse forhold skulle man få de beste spirebetingelser (jfr. Mork 1938).

Etter avsluttet spireanalyse som varte i 32 døgn, ble det igjenliggende frø skåret over for å bestemme tomfrøprosenten. Da tomfrøet er et uttrykk for ugunstige forhold under bestøvningen (jfr. Eide 1930) er frøkvaliteten uttrykt som % levende frø eksklusiv tomfrø, som i det følgende blir uttrykt med «% levende frø.» De forskjellige frøtrærs produserende evne er vurdert ved å sammenlikne antall levende frø pr. liter kongler.

Alder på frøtrærne er bestemt ved boring i rothalsen, volum og tilvekst er bestemt etter den vanlige metode etter data for: $D_{1,3}$' bredden av de 10 siste årringer, lengden av de 10 siste toppskudd og formklassen.

Forsøksmateriale.

Tabell 1 viser at høyden av de undersøkte frøtrær varierer fra 6,2 m til 14,3 m. Diameter med bark varierer fra 15,1 cm til 34,9 cm. 9 trær er mellom 50 og 100 år, 8 trær er mellom 100 til 150 år, to av trærne er mellom 150 og 200 år og et tre er over 250 år.

Det er også ganske stor forskjell på den årlig løpende tilvekst — som hos de trær som vokser senest bare er 2,4 dm^3, mens at de som vokser best produserer 19,2 dm^3 i masse pr. år.

Det framgår av fig. 1 og 2 at frøtre nr. 5 og 8 har stor og barrik krone. Nr. 2, 3 og 4 derimot er smalkronet og barfattige typer.

Skogen er meget glissen der frøtrærne står slik som furuskogen oftest er i fjellskogen. Alle frøtrær har god plass slik at ingen av dem står inneklemt i tette holt. Det er heller ikke noe tre som står

Tabell 1.

Tre nr. *Tree No.*	Alder *Age*	D 1,3 m b. *D. B. H. w. b.* cm	Høyde *Height* m	Volum m/b. dm^3 *Volume o. b. cu. dm^3.*	Middel av 10 siste årringer *Annual rings average of 10 years.* mm	Middel av 10 siste toppskudd *Terminal shoot average of 10 years* cm	Årlig løpende tilvekst dm^3 *Annual increment cu. dm.*	Tilvekst prosent *Increment persent*
1	125	26,9	11,3	304	0,8	7,7	5,0	1,6
1	94	26,6	13,0	327	1,0	14,5	8,1	2,5
3	54	15,1	8,0	85	1,3	22,5	4,7	5,5
4	121	24,4	11,8	287	1,1	7,4	6,7	2,3
5	97	25,8	10,3	230	3,6	18,3	14,0	6,1
6	81	29,6	13,0	386	1,4	9,0	9,6	2,5
7	109	23,4	12,5	269	0,8	17,0	6,7	2,5
8	86	34,4	13,2	679	1,8	13,3	19,2	2,8
9	132	31,3	13,3	425	0,6	23,2	9,4	2,2
10	256	24,5	8,0	354	0,6	5,4	5,5	1,6
11	156	27,7	9,5	298	0,8	5,4	4,6	1,5
11	73	21,0	9,3	146	1,6	16,0	5,7	3,9
13	73	16,5	6,2	70	1,5	13,2	3,0	4,3
14	172	34,9	16,0	799	0,7	6,4	9,1	1,1
15	129	29,5	11,4	345	0,9	11,2	6,8	2,0
16	148	30,5	14,3	494	1,3	15,4	12,1	2,5
17	121	30,5	9,6	316	1,1	9,2	6,4	2,0
18	145	34,3	13,0	519	0,7	5,3	5,9	1,1
19	92	16,3	7,3	82	0,8	11,2	2,4	2,9
20	87	22,8	10,5	213	1,8	13,8	6,1	2,9

Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
H = 11,3 m	H = 13,0 m	H = 8.0 m	H = 11.8 m	H = 10,3 m
$D_{1,3}$ = 26,9 cm	$D_{1,3}$ = 26.6 cm	$D_{1,3}$ = 15,1 cm	$D_{1,3}$ = 24,4 cm	$D_{1,3}$ = 25,8 cm

Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10
H = 13,0 m	H = 12,5 m	H = 13,2 m	H = 13,3 m	H = 8,0 m
$D_{1,3}$ = 29,6 cm	$D_{1,3}$ = 23,4 cm	$D_{1,3}$ = 34,4 cm	$D_{1,3}$ = 31,3 cm	$D_{1,3}$ = 24,5 cm

Nr. 11
H = 9,5 m
$D_{1,3}$ = 27 7 cm

Nr. 12
H = 9,3 m
$D_{1,3}$ = 21,0 cm

Nr. 13
H = 6,2 m
$D_{1,3}$ = 16,5 cm

Nr. 14
H = 16,0 m
$D_{1,3}$ = 34,9 cm

Nr. 15
H = 11,4 m
$D_{1,3}$ = 29,5 cm

Nr. 16
H = 14,3 m
$D_{1,3}$ = 30,5 cm

Nr. 17
H = 9,6 m
$D_{1,3}$ = 30,5 cm

Nr. 18
H = 13,0 m
$D_{1,3}$ = 34,3 cm

Nr. 19
H = 7,3 m
$D_{1,3}$ = 16,3 cm

Nr. 20
H = 10,5 m
$D_{1,3}$ = 22,8cm

isolert slik at det skulle være vanskeligheter med bestøvningen. Avstanden mellom de utvalgte frøtrær er fra 50—100 m slik at det alltid er en del andre trær mellom.

Ved en praktisk bedømmelse av disse trær som er fremstillet i fig. 1 og 2 vil man i første rekke velge typer som nr. 5, 6 og 8, mens at typer som nr. 2, 3 og 4 ville bli ansett som mindreverdige.

Hvis det kan påvises at enkelte trær har større evne til å sette modent frø under relativt lave sommertemperaturer, eller har flere levende frø pr. liter kongler, har det stor praktisk betydning, hvis man kunne velge slike til frøtrær. Dette er av større betydning i fjellskogen hvor frømodningsbetingelsene er så dårlige.

Tabell 2. Prosent levende frø eksklusiv tomfrø.

Percentage of viable seeds exclusive of empty seeds.

Tre nr. *Tree No.*	Sum vekstenheter, Juni–september. *Total growth units, June–September*										Middel *Average*
	274	310	279	303	303	255	292	276	314	314	
	Konglene høstet *The cones harvested*										
	31/8 1937	30/9 1937	26/9 1938	30/9 1939	4/4 1940	2/10 1940	24/9 1941	1/9 1945	1/10 1945	6/4 1946	
1	62,1	87,2	7,2	31,9	8,3	6,4	61,5	40,4	78,4	72,4	45,6
2	58,5	90,1	6,9	32,7	8,8	1,7	53,4	40,1	82,6	86,3	46,1
3	64,0	97,8	20,5	52,2	19,7	18,7	82,4	71,8	72,3	84,0	58,3
4	81,8	95,5	22,6	48,3	27,7	11,9	60,8	23,0	82,7	75,1	52,9
5	28,4	80,4	1,6	1,5	6,7	0,0	68,4	18,8	34,7	44,0	28,5
6	86,9	97,2	35,5	35,3	19,2	13,6	83,2	62,4	78,9	84,0	59,6
7	85,0	98,5	43,3	61,3	45,6	21,1	82,2	82,0	83,0	88,3	69,0
8	64,8	85,2	10,1	25,8	12,2	2,9	49,6	31,3	62,4	69,5	41,4
9	84,2	93,8	25,8	7,5	9,8	12,4	77,4	60,7	68,0	87,4	52,7
10	80,5	90,0	17,1	19,9	6,5	10,6	72,4	38,9	70,5	74,1	48,1
11	70,1	78,8	7,9	65,7	16,6	4,4	80,6	61,2	85,9	90,1	56,1
12	57,8	91,2	6,3	53,8	17,6	2,6	69,9	33,0	80,4	84,0	49,7
13	83,4	90,8	16,2	59,1	46,0	4,3	63,6	45,7	84,1	83,3	57,7
14	84,6	91,1	38,6	76,4	36,9	46,1	72,7	65,3	91,2	89,7	69,3
15	61,5	95,5	7,7	18,8	7,6	3,0	40,3	24,6	65,4	71,1	39,6
16	46,3	85,3	0,4	38,3	7,0	0,0	31,5	37,4	69,2	83,7	39,9
17	59,2	80,0	16,0	35,4	9,8	0,0	58,2	58,0	72,4	70,6	46,0
18	62,5	94,7	22,0	43,8	30,2	5,9	60,0	56,4	60,7	71,4	50,8
19	85,3	93,0	26,2	62,7	64,4	10,0	64,2	57,7	75,1	61,5	60,0
20	94,6	95,6	31,2	46,5	23,6	13,1	67,8	68,6	82,7	84,3	60,8
Middel *Average*	70,1	90,6	18,2	40,8	21,2	9,4	65,0	48,9	74,0	77,7	

1. Furukonglenes modning i september.

I 1937 ble det på de nummererte frøtrær innsamlet prøver 31/8 og 30/9. Prøvene som ble samlet 31/8 ble lagret under uthustemperatur i Hirkjølen til 30/9 og konglene fra disse to innsamlingstider ble klenget samtidig og under samme forhold i november samme år. Spireanalysene ble utført samtidig og under samme betingelser. Det ble utlagt 4 paraleller à 100 frø i hver.

I rubrikkene 2 og 3 tab. 2 er resultatene av spireanalysene ført opp og angitt i prosent levende frø ekslusiv tomfrø. En variansanalyse av dette materialet ga følgende resultat:

Varianskvotient for:

Sanketid — 50,69***

Frøtrær — 2,25*

Analysen viser at det er en sikker forskjell i prosent levende frø ekslusiv tomfrø på de to sanketider og at modningen av frøet i de kongler som satt på trærne var meget bedre enn ettermodningen hos de kongler som ble høstet 31/8 og lagret under uthustemperatur. Midlet for prosent levende frø for den første innsamling er 72,5 og 90,7 for det som er høstet 30/9 samme år.

I arbeider som behandler sambandet mellom frømodning og sommertemperatur har det vært vanlig å nytte middeltemperaturen for månedene juni, juli, august og september, jfr. Hagem (1917), Eide (1930) og Heikenheimo (1932).

I et arbeide «Om sambandet mellom temperatur og vekst» Mork (1941) er det innført et nytt begrep «vekstenheter» som skulle være et uttrykk for varmeeffekten.

En vekstenhet er den varmeeffekt som man får når middeltemperaturen for de 6 varmeste timer i døgnet er 8°C (jfr. Mork 1941). Da middeltemperaturen for de 6 varmeste timer er tilnærmet lik avlesningen kl. 14,00, kan man bruke denne.

Fordelene ved å bruke vekstenheter istedenfor middeltemperaturer er at man kan sammenlikne modning og varmeforhold for en kortere periode om sommeren f. eks. for et bestemt antall dager.

Det er også bevist at det er større samband mellom vekstenheter og frømodning enn det er mellom middeltemperatur og frømodning (jfr. Opsahl 1952).

Av tabell 3 sees at frøet fra første innsamling 31/8, har hatt en varmeeffekt av 274 vekstenheter, mens det som er innsamlet 30/9 har hatt 310 vekstenheter.

Da frøet fra første innsamling må karaktiseres som umodent, er

Tabell 3. Middeltemperaturer og vekstenheter i Hirkjølen. *Mean temperature and growth units in Hirkjølen.*

Tid *Time*	Middel-temp. *Mean temp.* ° C.	Vekst-enheter *Growth units, total*	Middel-temp. *Mean temp.* ° C.	Vekst-enheter *Growth units, total*	Middel-temp. *Mean temp.* ° C.	Vekst-enheter *Growth units, total*	Middel-temp. *Mean temp.* ° C.	Vekst-enheter *Growth units, total*	Middel-temp. *Mean temp.* ° C.	Vekst-enheter *Growth units, total*	Middel-temp. *Mean temp.* ° C.	Vekst-enheter *Growth units, total*
	1937		1938		1939		1940		1941		1945	
Juni	9,02	54,7	8,12	48,9	8,96	56,4	10,37	76,2	9.93	81,2	9,00	60,2
Juli	13,99	112,7	12,13	80,5	11,81	77,0	11,45	88,5	14,04	119,7	13,26	115,7
August ...	12,95	106,2	12,27	101,3	13,36	110,0	8,97	61,8	8,80	52,0	11,73	99,9
Juni–Aug. .	11,99	273,6	10,84	230,6	11,38	243,3	10,26	226,5	10,92	252,9	11,33	275,5
Sept.	6,03	36,1	8,30	48,1	7,90	59,7	4,64	28,8	6,24	38,8	5,21	38,2
Juni–Sept..	10,50	309,7	10,21	278,7	10,51	303,0	8,86	255,3	9,75	291,7	9,80	313,8

274 vekstenheter for liten «vekstenhetssum» til å gi godt, modent frø. 310 vekstenheter derimot er tilstrekkelig til å gi godt, modent frø.

Sommeren 1945 ble det foretatt en liknende undersøkelse, men oppgaven ble utvidet idet man ville undersøke om ettermodningen av konglene var bedre på trærne enn den en fikk når konglene ble lagret til april måned under uthustemperatur.

Av de samme frøtrær ble det samlet kongler 1. september, 1. oktober og 6. april 1945. Alle prøver ble klenget i midten av april og lagt ut til spiring samtidig. Resultatet av spireanalysene framgår av tab. 2.

De kongler som ble innsamlet 1. september har ifølge tab. 3 hatt en vekstenhetssum på 276 og middeltallet for prosent levende frø er 48,8 (jfr. tab. 2).

Det parti som ble innsamlet 1. oktober samme år har hatt en vekstenhetssum på 314 og middeltallet for prosent levende frø er 74,0.

Det er liten forskjell på middeltallet for det parti som ble lagret under uthustemperatur og det som ble høstet 6. april samme vinter, idet prosent levende frø for sistnevnte bare er 77,7.

Av materialet for de tre innsamlingstider er det utført en variansanalyse for prosent levende frø eksklusiv tomfrø og resultatet av denne er:

Varianskvotient for:
Sanketid — 53,78***
Frøtrær — 4,57***

Ved å utskille i grupper (TUKEY 1949) etter gaptesten fåes:

$$s_m = \sqrt{\frac{91{,}77}{20}} = 2{,}14$$

$$a\sqrt{2}\cdot 2{,}14 = 6{,}19$$

Gruppe I. Sanketid 1. september prosent levende frø = 48,9.
Gruppe II. Sanketid 1. oktober og 6. april prosent levende frø = 74,0 og 77,7.

Det er altså sikker forskjell på prosent levende frø for det som er sanket 1. september og det som er innsamlet 1. oktober. Derimot er det ingen fordel at konglene sitter på frøtrærne utover vinteren. I fjellskogen hvor som regel sommertemperaturen er en begrensende faktor for frøets modning, bør en ikke samle furukonglene før i begynnelsen av oktober måned. Ettermodning av frøet i kongler som sitter på trærne er ikke bedre enn den man får i prøver som er lagret under uthustemperatur.

2. Ettermodning av furukongler i oppvarmet rom.

Høsten 1939 ble det samlet kongler av de samme trærne 30. september. Disse kongleprøver ble lagret under værelsestemperatur på ca. 20°C til april måned 1940 da en ny innsamling ble utført på de samme trærne.

Hensikten med denne undersøkelse var å prøve om kongler som ble oppbevart ved ca. 20°C kunne ettermodnes bedre enn de som satt på trærne.

Konglepartiene ble klenget samtidig i midten av april 1940 og lagt til spiring under like forhold like etter klengningen. Resultatet av spireanalysene fremgår av tab. 2.

Frøet fra de kongler som ble lagret under ca. 20° C viser i middeltall 40,8 % levende frø mens frøet fra de kongler som satt på trærne om vinteren ikke hadde mer enn 21,2 % levende frø.

Av materialet er det utført en variansanalyse som ga følgende resultat:

Varianskvotient for:
Modningsforhold = 39,31***
Frøtrær = 5,71***

Analysen viser at det er sikker forskjell på frøet fra de kongler som ble lagret under værelsestemperatur og det som var fra de kongler som hadde sittet på trærne om vinteren.

Nordstrøm (1950) har utført liknende undersøkelser av kongler

fra Nord-Sverige. Høsten 1948 ble halvparten av konglemengden samlet på 10 trær. Disse ble lagret under værelsestemperatur. Ut på vinteren ble resten samlet. Modningstemperaturen hadde vært lav og spireprosenten hos frø fra de vinterplukkede kongler var fra 0—6 %. Frøet fra de kongler som var ettermodnet under værelsestemperatur hadde en spireprosent fra 4—67.

Det må således ansees bevist at dårlig modent furufrø kan ettermodnes bedre når konglene lagres i oppvarmet rom enn når konglene sitter på trærne. Dette har stor praktisk betydning for frøforsyningen i fjellskogene, da det meget sjelden er tilstrekkelig høy sommertemperatur til å gi godt modent frø.

3. Konglelengden hos de forskjellige frøtrær.

Lengden av konglene ble målt i alle prøver før konglene ble lagt til klengning og middeltallene fremgår av tabell 4.

Tabell 4. Konglelengde mm. *Length of cones mm.*

	Konglene høstet *The cones harvested*						
Tre nr. *Tree No.*	30/9 1937	26/9 1938	30/9 1939	2/10 1940	24/9 1941	1/10 1945	Middel *Average*
1	33	30	29	33	39	34	32,3
2	32	33	26	30	32	28	29,2
3	30	33	26	32	37	29	30,5
4	30	29	26	28	34	30	28,8
5	37	36	29	32	40	36	33,7
6	38	41	33	37	41	39	37,3
7	37	40	34	34	41	36	36,5
8	41	38	34	32	39	40	36,2
9	32	34	31	30	35	36	32,8
10	32	33	32	32	37	34	33,3
11	37	38	25	27	33	31	29,8
12	28	27	26	26	31	29	27,5
13	31	35	29	31	35	31	31,7
14	35	34	33	25	42	37	35,7
15	31	28	24	29	28	29	27,0
16	37	35	32	34	37	34	34,0
17	36	35	31	36	42	36	35,2
18	34	32	27	32	36	30	30,7
19	30	30	29	28	31	30	29,5
20	33	35	25	31	33	31	30,0
Middel *Average*	33,7	33,8	29,1	31,0	36,2	33,0	32,1

Da veksten hos konglene må antas å være avsluttet i slutten av august, er det i tabell 4 bare ført opp resultatene av en innsamlingstid for hvert modningsår.

Av tallene i tabell 4 er det utført en variansanalyse som ga følgende resultat:

Varianskvotient for:

Sanketid = 45,63***

Frøtrær = 16,68***

Variansanalysene viser at det er sikker forskjell på konglelengden hos frøtrærne og at konglelengden er avhengig av vekst- og modningsbetingelsene.

Ved å utføre en u-test (TUKEY 1949) får man skilt ut følgende grupper:

Gruppe I, tre nr. 15 og 12 (konglelengde 27,0—27,5)

« II, tre nr. 4, 2, 19, 11, 20, 3, 18, 13 og 1 (konglelengde 28,8—32,3)

« III, tre nr. 9, 10, 5 og 6 (konglelengde 32,8—34,0)

« IV, tre nr. 17, 14, 8, 7 og 6 (konglelengde 35,2—37,3).

Konglelengden er altså en for treet karakteristisk egenskap. Fra det minste middeltall, (tre nr. 15) som er 27,0 mm til det største middeltall, (tre nr. 6), som er 37,3 er det en økning av ca. 35 %.

4. Frøkvaliteten hos de forskjellige treindivider.

a. *Prosent levende frø eksklusiv tomfrø.*

Når man skal anlegge en frøtrestilling, er det viktig å sette igjen trær som har evne til å skaffe meget av spiredyktig frø. I praksis pleier man som regel å velge trær hvor det ligger rikelig av gamle kongler under kronen. Det er et godt indisium på treets evne til å produsere kongler, men man kjenner lite til variasjon i frøkvaliteten hos de forskjellige trær.

For å undersøke dette ble det utført en variansanalyse av tallene i tabell 2 som omfatter prosent levende frø eksklusiv tomfrø fra 10 forskjellige innsamlinger. Modningsbetingelsene har vært meget forskjellig for disse ulike innsamlingstider, da vekstenhetssummen varierer fra 255 til 313 (jfr. tab. 3).

Fig. 3 A er en grafisk fremstilling av prosent levende frø eksklusiv tomfrø for de 20 undersøkte frøtrær. Figuren representerer middeltall av 10 forskjellige innsamlingstider.

Det fremgår av fig. 3 at frøkvaliteten er meget dårlig hos frøtre nr. 5 da gjennomsnittet for 10 innsamlinger ligger på ca. 28 % levende

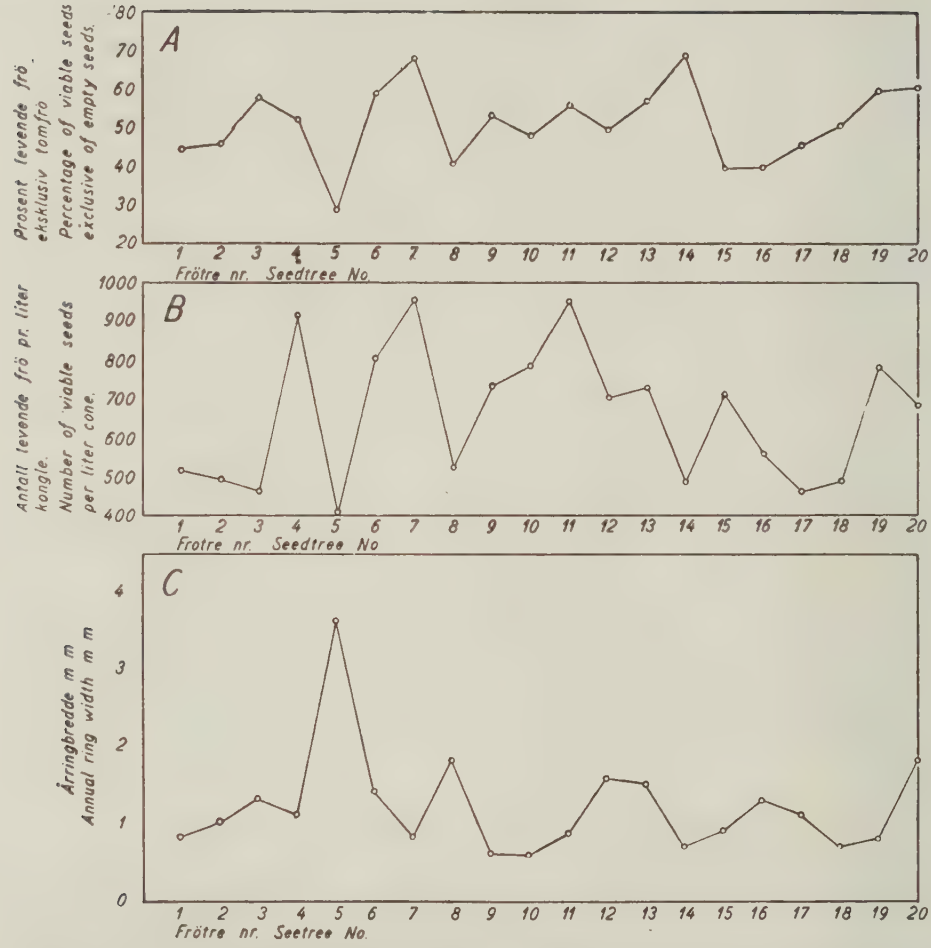


Fig. 3. A. Prosent levende frø eksklusiv tomfrø. B. Antall levende frø pr. liter kongler. C. Årringbredder. A. *Percentage of viable seebs exclusive of empty seeds.* B. *Number of viable seeds per litre cones.* C. *Annual ring width.*

frø. Det tilsvarende tall for trærne 8, 15 og 16 er også relativ lave idet de ligger på ca. 40 %.

Trærne 7 og 14 utmerker seg med meget høye tall idet prosent levende frø ligger på ca. 70 %.

Av tallene i tab. 2 er det utført en variansanalyse som ga følgende resultat:

Varianskvotient for:

Frøtrær = 9,47***

Sanketid = 144,88***

Analysen viser at det er en sikker forskjell på prosent levende frø. Ved å utføre en u-test får man utskilt følgende grupper:

Gruppe I: Frøtre nr. 5
» II: » » 15, 16 og 8
» III: » » 1, 17, 2, 10, 12, 18, 9, 4, 11, 13, 3, 6, 19 og 20
» IV: » » 7 og 14.

Prosent levende frø er for gruppe I ca. 28 %, for gruppe II fra 39,6 til 41,4, for gruppe III 45,6 til 60,8 og for gruppe IV 69,0 til 69,3.

b. *Antall levende frø pr. liter kongler.*

Analysene av prosent levende frø har klarlagt at det er forskjell på kvaliteten av frøet hos de undersøkte frøtrær. Dette er mer utpreget under ugunstige modningsbetingelser (jfr. tab. 2 og 3). Det

Tabell 5. Antall levende frø pr. liter kongler.
Number of viable seeds per liter cones.

Tre nr. *Tree No.*	Sum vekstenheter, Juni–september. *Total growth units, June–September*										Middel *Average*
	274	310	279	303	303	255	292	276	314	314	
	Konglene høstet *The cones harvested*										
	31/8 1937	30/9 1937	26/9 1938	30/9 1939	4/4 1940	2/10 1940	24/9 1941	1/9 1945	1/10 1945	6/4 1946	
1	591	591	27	332	84	64	938	411	1 129	974	514,1
2	158	492	69	327	88	170	741	401	1 324	1 206	497,6
3	359	491	205	523	196	189	887	718	515	600	468,3
4	1 014	1 000	225	483	276	279	1 266	229	2 419	1 970	916,1
5	429	778	16	15	67	0	968	188	680	926	406,7
6	749	683	355	352	192	136	1 374	666	1 888	1 695	805,0
7	769	728	432	613	456	211	1 301	818	2 237	2 007	957,2
8	634	924	101	259	123	29	516	312	1 146	1 265	530,9
9	739	708	258	74	99	124	1 562	602	1 545	1 967	767,8
10	1 128	969	170	199	65	105	1 478	354	2 571	1 778	881,7
11	858	427	790	657	166	50	1 764	613	2 994	1 197	951,6
12	486	549	630	538	176	26	1 559	330	1 904	849	704,7
13	997	515	162	591	460	43	980	481	1 813	1 271	731,3
14	437	573	385	765	369	419	467	652	409	419	489,5
15	747	1 007	768	190	77	101	837	248	1 749	1 428	715,2
16	565	576	3	384	70	0	328	477	1 606	1 646	565,5
17	519	477	60	356	80	0	748	580	1 134	702	465,6
18	327	461	124	442	300	5	717	562	748	1 204	489,0
19	716	1 169	150	626	644	101	1 672	577	1 897	308	786,0
20	822	724	312	465	236	177	1 088	685	1 229	1 141	687,9
Middel *Average*	652,2	692,1	262,1	409,6	211,2	111,5	1059,6	493,2	1546,8	1227,7	

finnes altså treindivider hvor frøet kan modnes bedre enn hos andre ved en relativt lav sommertemperatur.

Hvis dette er en arvelig egenskap, er det en oppgave å oppforme slike til frøavlstrær.

Kvaliteten av et frøtre bør ikke bedømmes bare etter prosent levende frø. Antall levende frø pr. liter kongler er et bedre uttrykk for frøtreets evne til å produsere frø.

Tabell 5 inneholder en oppgave over hvor mange spiredyktige frø pr. liter kongler det finnes hos de forskjellige trær under de ulike modningsbetingelser. Frøutbytte pr. liter kongle spiller en meget større rolle når det gjelder frøproduksjonen enn prosent levende frø.

I fig. 3 B er middeltallene for antall levende frø pr. liter kongle avsatt grafisk. Også når det gjelder antall levende frø pr. liter kongle ligger frøtre nr. 5 dårligst med et middeltall på 514 frø. Nr. 7 har det høyeste middeltall med 957 levende frø pr. liter kongle. Fra det dårligste tre til det beste er det altså en økning i antall levende frø pr. liter kongler på 86 %.

Kurvene i fig. 3 viser at frøtre nr. 14 som er blant de beste når det gjelder prosent levende frø er blant de dårligste når det gjelder antall levende frø pr. liter kongle. Dette skyldes at frøutbytte for tre nr. 14 er så lite.

Av tallene i tab. 5 er det utført en variansanalyse som ga følgende resultat:

Varianskvotient for:
Sanketid = 46,26***
Frøtrær = 3,34***

Analysen viser at det er sikker forskjell på frøtrærne når det gjelder antall levende frø pr. liter kongler.

Det som er viktig i denne forbindelse er at man kan påvise at det er forskjell på prosent levende frø hos de forskjellige trær, og at det likeledes er forskjell på antall levende frø pr. liter kongle. For en del trær går disse to i samme retning slik at trær med en høy prosent av levende frø også har mange levende frø pr. liter kongle. Hos andre trær er det intet samband mellom disse to, da frøutbytte også synes å være en egenskap som er ulik hos de forskjellige trær (jfr. fig. 3 A og B).

Ved valg av frøtrær er det viktig å sette igjen trær som kan produsere mange levende frø pr. liter kongle, særlig når modningsbetingelsene er ugunstige. I dette materiale skulle tre nr. 4, 7 og 11 være de beste og tre nr. 3, 5 og 17 de dårligste.

5. Frøtrærnes alder og frøproduksjonen.

Det yngste tre som inngår i denne undesøkelse er 53 år. Det eldste er 256. Ved å sette opp en grafisk fremstilling av sambandet mellom frøtrærnes alder og prosent levende frø viser det seg at et

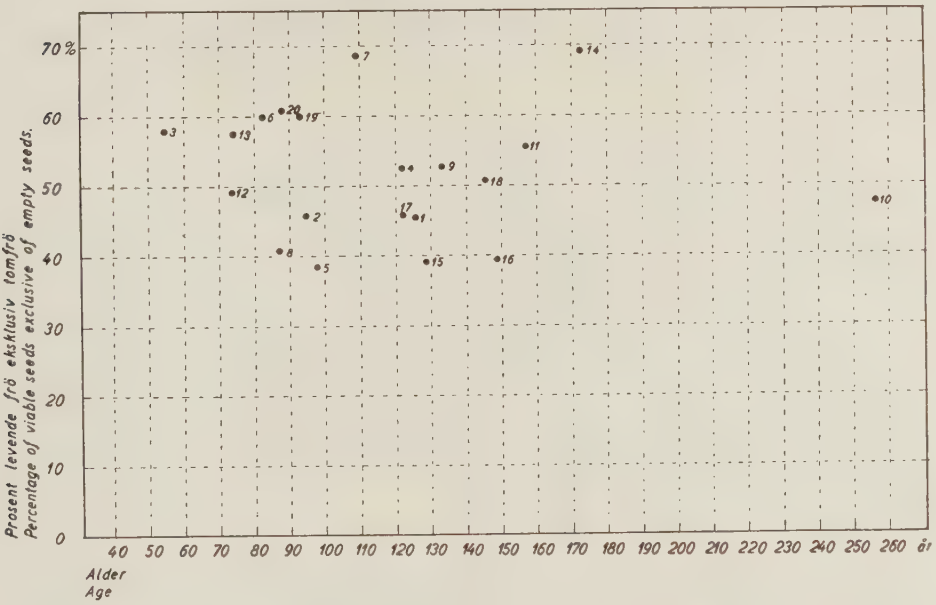


Fig. 4. Sambandet mellom alder og prosent levende frø eksklusiv tomfrø. Tallet angir treets nummer. *Relation between age and percentage of viable seeds exclusive of empty seeds. The figure state the number of the tree.*

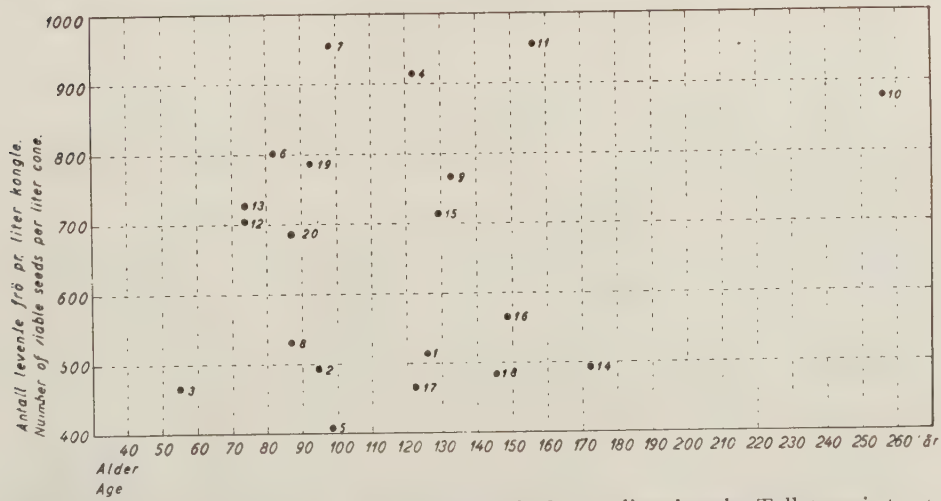


Fig. 5. Sambande mellom alder og antall levende frø pr. liter kongle. Tallet angir treets nummer. *Relation between age and number of viable seeds per litre cones. The figure state the number of the tree.*

tre på 53 år kan ha en relativ høy prosent av levende frø. Det samme gjelder et tre som er 256 år. Det finnes intet samband mellom alder og prosent levende frø. Det samme gjelder alder og antall levende frø pr. liter kongler. Et tre på 256 år kan være like godt frøtre som et tre på 90 år.

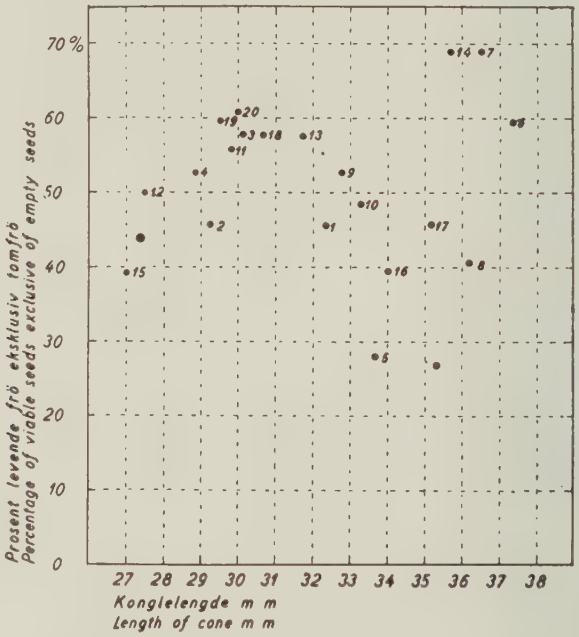


Fig. 6. Sambandet mellom prosent levende frø eksklusiv tomfrø og konglelengden. Tallet angir treets nummer. *Relation between percentage of viable seeds exclusive of empty seeds and length of cones. The figure state the number of the tree.*

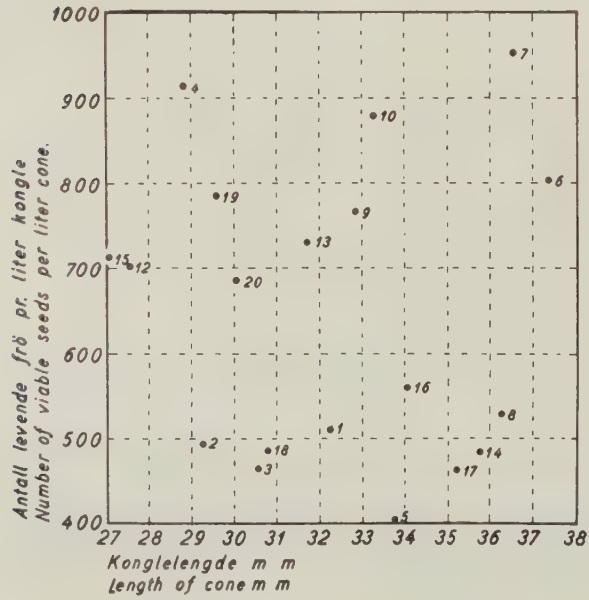


Fig. 7. Sambandet mellom antall levende frø pr. liter kongle og konglelengde. Tallet angir treets nummer. *Relation between number of viable seeds per litre cones and length of cones. The figure state the number of the tree.*

6. Konglelengde og frøproduksjon.

Den midlere konglelengde er minst hos tre nr. 15 hvor den utgjør 27,0 mm og størst hos tre nr. 6 der den er 37,3 mm. Det finnes intet samband mellom prosent levende frø og konglelengden. Det samme gjelder for konglelengde og antall levende frø pr. liter kongle.

7. Frøtrærnes tilvekst og frøproduksjon.

I fig. 3 C er det en kurve som viser midlere årringbredde for de 10 siste år hos de forskjellige frøtrær. De trær som vokser best er tre nr. 5 og 8. Disse har relativt lave verdier både for prosent levende frø og for antall levende frø pr. liter kongle (jfr. fig. 3 A og B). Tre nr. 4 og 7 som er de beste når det gjelder både frøkvalitet og frøproduksjon er blant de mest sentvoksende. Men dette forhold gjelder ikke alle trær. Ved å berekne korrelasjonen mellom frøtrærnes årringbredder og prosent levende frø eksklusiv tomfrø ble korrelasjonskoeffisienten:

$R = \div 0{,}50$ og
$t = 2{,}43^*$

For forholdet mellom antall levende frø pr. liter kongler og årringbredden ble

$R = \div 0{,}38$
$t = 1{,}72$

For sambandet mellom prosent levende frø og årringbredden er der altså en sikker negativ korrelasjon slik at trær med brede årringer har dårligere frø.

Når det gjelder forholdet mellom levende frø pr. liter kongler og årringbredden er spredningen på materialet så stor at korrelasjonskoeffisienten ikke blir signifikant. Men det er en liknende tendens slik at trær med brede årringer har de ferreste antall levende frø pr. liter kongler, og de beste frøtrær finnes blant de som har de smaleste årringer. Dette er mest utpreget under ugunstige temperaturforhold.

Et tre som vokser godt har altså vanskeligere for å få modent frø når sommervarmen er relativt lav enn et mer sentvoksende tre. Et liknende forhold er kjent for jordbruksvekster. Sterk gjødsling bidrar til at frø og frukter krever lengere modningstid.

8. Sommervarme og frømodning.

Opsahl (1952) har vist at det for gran er et større samband mellom prosent levende frø og vekstenhetssummen enn det er mellom prosent levende frø og middeltemperaturen juni—august.

Ved å uttrykke sommervarmen ved hjelp av middeltemperaturen juni—august har han fått en korrelasjonskoeffisient $R = 0{,}70 \pm 0{,}06$. Ved å nytte vekstenhetssummen for samme tidsrom har man fått en $R = 0{,}892 \pm 0{,}03$.

Korrelasjonskoeffisienten for sambandet mellom vekstenhetssum juni—september og prosent levende frø eksklusiv tomfrø for det materiale som er innsamlet i slutten av september ble:

$R = 0{,}79$

$t = 13{,}92^{***}$

For sambandet mellom vekstenhetssum og antall levende frø pr. liter kongler ble:

$R = 0{,}58$

$t = 7{,}75^{***}$

Begge disse er statistisk sikre.

I fig. 8 A er der en grafisk fremstilling av forholdet mellom vekstenhetssum og prosent levende frø eksklusiv tomfrø. Fig. 8 B viser forholdet mellom middeltemperatur og prosent levende frø. I begge figurer gjelder det tidsrommet juni—september.

I fig. 8 A er resultatene for hvert enkelt tre avsatt som punkter for å vise spredningen. De avsatte +-tegn viser midlet for samtlige 20 prøver for hver innsamlingstid.

Det fremgår av fig. 8 A at prosent levende frø eksklusiv tomfrø varierer meget fra tre til tre. For prøvene fra høsten 1939 varierer prosent levende frø fra 1,5 (tre nr. 5) til 76,4 (tre nr. 14), jfr. også tab. 2.

Det er derfor meget viktig at man ved innsamling av kongleprøver til prøveklengning for å undersøke modningsgraden, tar kongler fra flere trær.

Av fig. 8 A sees at man for å få modent furufrø i fjellskogen må ha en varmeeffekt for tidsrommet juni—september som tilsvarer 310 vekstenheter.

Observasjonene i Hirkjølen viser at døgnmiddeltemperaturen i begynnelsen av juni ligger omkring ca. 7°C. Blomstring hos gran inntrer som regel når vekstenhetssummen i juni har nådd ca. 40. Hvis vekstenhetssummen fra granens blomstring til slutten av september er 270, skulle furufrøet i fjellskogen være omtrent modent.

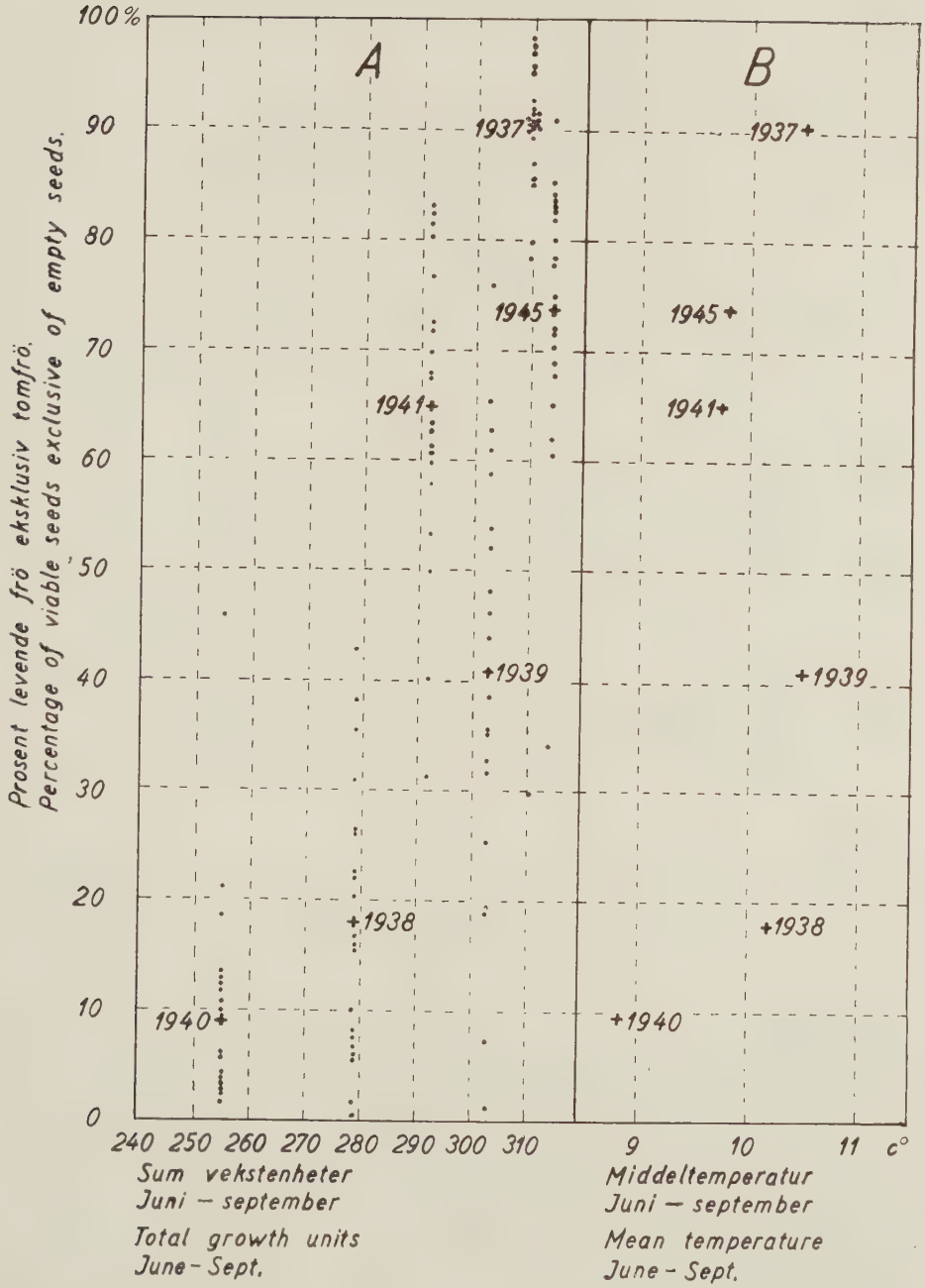


Fig. 8. Sambandet mellom prosent levende frø eksklusiv tomfrø, vekstenhetssum og middeltemperatur. *Relation between percentage of viable seeds exclusive of empty seeds, growth units and mean temperature.*

Det er ofte mer praktisk å rekne med tidsrommet fra granens blomstring, da man derved gjør seg uavhengig av tidlig og sen vår. I en tidlig vår kan døgnmiddeltemperaturen komme opp i 7°C allerede i slutten av mai.

Fig. 8 B viser sambandet mellom prosent levende frø eksklusiv tomfrø og middeltemperaturen juni—september. Det fremgår av figuren at man for å få modent frø må ha en middeltemperatur i disse 4 sommermåneder på 10,5°C. Dette stemmer godt med undersøkelser som er utført av HAGEM (1917), EIDE (1932) og HEIKENHEIMO (1932).

Ved å sammenlikne vekstenhetssum og middeltemperatur for årene 1941 og 1945 i fig. 8 sees at middeltemperaturene juni—september er omtrent like for disse to år. Vekstenhetssummen er derimot betydelig større i 1945 enn den er i 1941, og prosent levende frø er også større. Dette skyldes at døgntemperaturene i 1941 har vært mere jevn enn i 1945 (jfr. MORK 1941).

Middeltemperaturen juni—september for årene 1937, 1938, 1939, 1940, 1941 og 1945 er for Hirkjølen 800 m. o. h. 9,94°C. For Dombås st. som ligger 643 m. o. h. er middeltemperaturen for samme tidsrom og år 10,85°C. Differansen i sommer-middeltemperatur mellom Dombås og Hirkjølen for disse 6 år blir altså 0,91°C. Høydedifferansen er 157 m. Temperaturfallet for juni—september fra Dombås til Hirkjølen skulle således bli 0,58°C pr. 100 m stigning.

Observasjonene fra Dombås viser følgende avvikelser fra normalen:

°C / År	1937	1938	1939	1940	1941	1945
	+1,8	+0,8	+1,1	÷0,6	+0,9	+1,4

Forutsettes et liknende forhold for Hirkjølen, viser det seg ved å sammenlikne med tallene i tab. 3 at man for å få tilfredsstillende frømodningstemperatur i Hirkjølen må ha en middeltemperatur i juni—september som ligger ca. 1,5°C over normalen.

Sommertemperaturene de 6 år det er samlet kongler i Hirkjølen har vært relativt høye. Det er bare i 1940 at den ligger under normalen. De normale modningsbetingelser er således ikke så gunstige som perioden 1937—45 viser.

Materialet fra Hirkjølen viser at man får den beste modning når juli-temperaturen er relativt høy. Vekstenhetssummen for sommeren 1937 og 1939 er omtrent like stor og middeltemperaturen er den samme (jfr. tab. 3). I 1937 faller 36 % av vekstenhetene på juli måned

og prosent levende frø eksklusiv tomfrø kommer opp i ca. 90. I 1939 utgjør vekstenhetssummen for juli bare 25 %, og prosent levende frø for de kongler som ikke er ettermodnet under værelsestemperatur er ca. 20.

Når en varm juli synes å ha større modningseffekt enn en like varm august skyldes det sannsynligvis at lysmengden og daglengden er større i juli.

Diskusjon.

Det er bevist i det foregående at det er forskjell på frøtrærne når det gjelder frøkvalitet uttrykt som prosent levende frø eksklusiv tomfrø, og frøproduksjon uttrykt som antall levende frø pr. liter kongler.

Det fremgår av fig. 3 at tre nr. 7 og tre nr. 14 har frø av meget høy kvalitet, da prosent levende frø eksklusiv tomfrø ligger på ca. 70 som gjennomsnitt for alle 10 innsamlinger. Det dårligste tre når det gjelder prosent levende frø er nr. 5 hvor gjennomsnittet er ca. 28 %. Det er således stor forskjell på kvaliteten av frøet hos de forskjellige frøtrær.

Frøproduksjonen som i det foregående er uttrykt som antall levende frø pr. liter kongler er størst hos tre nr. 7 og minst for tre nr. 5. Tre nr. 14 derimot kommer blant de dårligste når det gjelder antall levende frø pr. liter kongler. Dette beror på at frøutbyttet for tre nr. 14 er så lite.

I fjellskogen finnes det en del trær hvor konglene har meget vanskelig for å åpne seg. Ved en innsamling høsten 1940 fant jeg på tre nr. 18 kongler fra blomstringen våren 1938. De hadde ikke åpnet seg vinteren 1939—40 da de ved klengning ga normalt frøutbytte. Når frøutbytte hos enkelte trær er så lite, kan det skyldes dårlig åpningsevne hos konglene.

De mest verdifulle frøtrær i fjellskogen er de som kan få modent frø under relativt lave sommertemperaturer, og det synes å være en forskjell på trærne i så henseende. Det fremgår av tab. 2 at tre nr. 5 under så ugunstige modningsbetingelser som 279 vekstenheter ikke kan produsere spiredyktig frø, mens at tre nr. 7 under de samme forhold kan ha ca. 40 % levende frø (jfr. tab. 2 for innsamling 26/9—38).

Det er en viktig oppgave å oppformere frøavlstrær av slike som tre nr. 7. Hvis denne egenskap viser seg å være arvelig, finnes det muligheter for å heve frømodningsgrensen i fjellskogen.

Konklusjoner.

1. I fjellskogen er furukonglene selv i en relativ varm sommer ikke modne før i slutten av september, og sanking av kongler for frøproduksjon bør ikke settes i gang før i begynnelsen av oktober måned.

2. Prosent levende frø eksklusiv tomfrø kan i løpet av september måned stige med ca. 20 %.

3. Dårlig modne kongler bør samles inn i begynnelsen av oktober måned og oppbevares uklenget under værelsestemperatur til i april måned. Det skjer da en ettermodning slik at prosent levende frø eksklusiv tomfrø kan stige til det dobbelte (jfr. tab. 2).

4. Det er ingen forskjell i prosent levende frø eksklusiv tomfrø hos kongler som har sittet på trærne til i begynnelsen av april og de som er høstet i begynnelsen av oktober og lagret under uthustemperatur. Det foregår således ikke noen bedre ettermodning på trærne enn det gjør i høstede kongler som lagres under uthustemperatur. Man kan altså begynne konglesamlingen i fjellskogen i begynnelsen av oktober.

5. Konglelengden er en for treet karakteristisk egenskap, men den varierer med modningsbetingelsene slik at det i varme sommere blir lengere kongler enn i kalde sommere.

6. Det er forskjell på frøtrærne når det gjelder prosent levende frø. Av de 20 undersøkte trær får man for de 10 forskjellige sanketider utskilt 4 grupper.

Gruppe	Prosent av samtlige trær	Prosent levende frø ca.
I. Utmerket gode frøtrær	10	70
II. Gode frøtrær	70	50
III. Dårlige frøtrær	15	40
IV. Meget dårlige frøtrær	5	28

7. Det er også forskjell på frøtrærne når det gjelder antall levende frø pr. liter kongle, men trærne reagerer noe forskjellig under ulike modningsbetingelser slik at modningsgraden ikke stiger forholdsvis like meget hos de forskjellige trær når temperaturen øker.

8. Det finnes intet samband mellom alder og prosent levende frø eksklusiv tomfrø. Det samme gjelder alder og antall levende frø pr. liter kongle. Et tre som er 250 år kan være like godt frøtre som et tre på 90 år.

9. Det er intet samband mellom konglelengde og prosent levende frø. Det samme gjelder konglelengde og antall levende frø pr. liter kongle.

10. Det synes å være en tendens til at frø av tre som vokser relativt godt har mindre prosent levende frø. Dette er mest utpreget under dårlige modningsforhold. Det samme gjelder antall levende frø pr. liter kongler. Som frøtrær i fjellskogen er det bedre å sette igjen relativt gamle og sent voksende trær enn unge trær som er i god vekst.

11. Furukonglene i fjellskogen behøver en vekstenhetssum for juni—september av 310 for å bli modne. Dette tilsvarer en middeltemperatur av 10,5°C. Da tidlig eller sen vår kan innvirke meget på vekstenhetssummen for juni er det praktisk å rekne med vekstenhetssummen fra granens blomstring og til slutten av september. Da granen behøver ca. 40 vekstenheter til blomstring, skulle furukonglene fra dette tidspunkt behøve 270 vekstenheter for å bli modne.

12. Da man ofte har bruk for en oppgave over modningsgraden allerede i midten av september, er det en fordel å nytte vekstenhetssummen i stedenfor middeltemperaturen.

13. Ved sanking av kongleprøver til prøveklengning for å undersøke modningsgraden, bør prøven inneholde kongler fra minst 10 trær, da variasjonen i prosent levende frø fra tre til tre er så stor.

14. Ved å oppformere frøavlstrær av treindivider som har den største evne til å sette modent frø under ugunstige modningsbetingelser, skulle det være mulig å heve frømodningsgrensen i fjellskogen.

Elias Mork

Litteratur.

Eide, E. (1930): Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen. H. 13. Bind III.

— (1932): Furuens vekst og foryngelse i Finnmark. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen. H. 15. Bind IV.

Hagem, O. (1917): Furuens og granens frøsetning i Norge. Meddelelser nr. 2 fra Vestlandets Forstlige forsøksstasjon. Bergen.

Heikenheimo, O. (1932): Metsöpuiden Siemestämiskyvystä. Uber die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. Medd. från forstliga Forskningsanstalten i Finnland. Helsinki.

Mork og Heiberg (1937): Om vegetasjonen i Hirkjølen forsøksområde. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 19. Bind V.

Mork, E. (1938): Gran- og furufrøets spiring ved forskjellig temperatur og fuktighet. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 21. Bind VI.

— (1941): Om sambandet mellom temperatur og vekst. Undersøkelse av de daglige

variasjoner i granens høydetilvekst. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 27. Bind VIII.

Nordstrøm, L. (1950): Tallfrö för Norrlands höjdlägen. Ett förelöpande meddelande. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift, Stockholm.

— (1953): Klängning av svårklänyd tallkott. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift. Stockholm.

Opsahl, W. (1952): Om sambandet mellom sommertemperatur og frømodning hos gran. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 49. Bind XI.

Semb, G. (1937): Jordbunnsforholdene i Hirkjølen forsøksområde. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 19. Bind V.

Wibeck, E. (1931): Vad granens innevarande kottår bör kunna lära oss. «Skogen». Stockholm.

Seed Quality and Seed Production for Scots Pine at Hirkjølen.

Hirkjølen Experimental Area is a typical mountain forest area which lies in the area between Østerdalen and Gudbrandsdalen, approximately 61° 40′ N and approximately 10° 30′ E of Greenwich. The lowest point within the area lies at a height of 725 m. above sea level. The tree limit runs at 1155 m. above sea level.

The experimental area occupies about 1500 hectares, whereof approximately 61° 40′ N and approximately 10° 30′ E of Greenwich. dingfjell, which lies at the centre of the area, the stocking is mainly Norway spruce and birch. In the valley, where the soil for the most part consists of fluvioglacial formations, there is an almost pure Scots pine stand.

The soil and the vegetation are discribed in Report from The Norwegian Forest Research Institute H. 19, vol. V, see Semb (1937) and Mork and Heiberg (1937).

The problems dealt with in this investigation are:-

1. What significance has the month of September for the ripening of the Scots pine seed in mountain forests?
2. Is after-ripening best obtained when the cones remain on the trees until April, or is it better to gather the cones in the autumn and store them at room temperature?
3. Is the size of cone produced a characteristic of the seed-tree?
4. Is there any difference between the quality of the seed from the different individual trees?
5. What is the connection between:
   a. The age of the seed-tree and its seed production?
   b. The size of cone and the seed production?
   c. The vitality of the seed-tree and its seed production?
   d. Summer temperature and ripening of seed?

In order to investigate these problems, 20 trees on a flat pine heath in the valley of the Experimental Area were chosen at random and tagged during the summer of 1936. A meteorological station is established at the same place, which lies 800 m. above sea level (see MORK and HEIBERG 1937, and SEMB 1937, with appropriate maps).

As pine cones from mountain forests have difficulty in opening out, the seeds were extracted during the space of three days, at a temperature of 50°C. Once every 24 hours, seeds were shaken out, and the cones moistened with water before being subjected to a further extraction process.

The seed quality is expressed as percentage of viable seeds exclusive of empty seeds. This is the best expression of the seed quality, since the quantity of empty seeds is dependent upon the weather conditions during pollination (see Eide 1930).

The age of the seed-trees, their diameter (B. H.), height, volume and volume increment are shown in table 1. Ten different collections were made, and the percentage of viable seeds exclusive of empty seeds is given in table 2.

The accumulated effect of the temperature during the summer of ripening is expressed as the sum of growth units and as mean temperature. These data are given in table 3.

One growth unit is the heat effect obtained when the mean temperature for the six warmest hours of the day is 8°C (see MORK 1941). Using growth units instead of mean temperature has the advantage that the conditions of ripening for a given number of days can be investigated. There is also a closer correlation between seed ripening and growth units than there is between seed ripening and mean temperature (see OPSAHL 1952).

Table 4 contains particulars regarding cone lengths under different ripening conditions, and in table 5 will be found figures for the number of viable seeds per litre of cones. The latter is regarded as a good expression of the quality of the seed-tree, as the yield of seed per litre of cones is taken into consideration.

Conclusions.

1. Even in a relatively warm summer, pine cones in a mounten forest are not ripe until the end of September, and the gathering of cones for seed production should not be started before the beginning of October.

2. The percentage of viable seeds exclusive of empty seeds can increase by approximately 20 % during the course of September.

3. Insufficiently ripened cones should be gathered at the beginning of October, and stored, unextracted, at room temperature until April. By this procedure an after-ripening can takes place and the percentage of viable seeds exclusive of empty seeds can be nearly doubled (see table 2).

4. There is no difference in the percentage of viable seeds exclusive of empty seeds for cones which have remained on the trees until the beginning of April, and those which are gathered at the beginning of October and stored at outhouse temperature. After-ripening takes place no better on the trees than it does in the case of the cones which are gathered and stored at outhouse temperature.

5. The length of the cone is a characteristic of the particular tree, but varies in accordance with the conditions of ripening, so that cones will be longer in a warm summer than in a cold one.

6. Concerning the percentage of viable seeds there is also a difference between the seed trees. The 20 trees investigated can be diveded into four seperate groups and the percentage of viable seeds as an average for the ten collections are as follows:

	% of total number of trees	% of viable seeds, appr.
I. Especially good seed-trees	10	70
II. Good seed-trees	70	50
III. Poor seed-trees	15	40
IV. Very poor seed-trees	5	28

7. There is also a difference between the seed-trees with regard to number of viable seeds per litre of cones, but the trees react differently under different conditions of ripening, so that increase in the degree of ripening varies individually for the trees when the temperature rises.

8. No connection is found between age of the tree and the percentage of viable seeds exclusive of empty seeds. The same applies to age and number of viable seeds per litre of cones. A tree which is 250 years old can be just as good a seed-tree as one which is 90 years of age.

9. There is no connection between cone length and the percentage of viable seeds. The same applies to cone length and the number of viable seeds per litre of cones.

10. There seems to be a tendency that seeds from trees which grow

relatively well contain a smaller percentage of viable seeds. This is most marked under poor ripening conditions. The same applies to the number of viable seeds per litre of cones. As seed-trees in mountain forests, it is better to leave standing relatively old and slow-growing trees than young trees which are in good growth.

11. Scots pine cones in mountain forests require during June to September a growth unit sum of 310 in order to become ripe. This corresponds to a mean temperature of 10,5°C. As an early of late spring can affect very much the growth unit sum for June, it is practical to reckon with the growth unit sum from the time of spruce's flowering until the end of September. Since the spruce requires approximately 40 growth units up to the time of flowering, the pine cones should need 270 growth units after this stage in order to ripen.

12. Since assessing the degree of ripeness often is desirable as early as in the middle of September, it is an advantage to use the growth unit sum instead of the mean temperature.

13. When gathering cones for trial extraction to investigate the degree of ripeness, the sample should include cones from at least ten trees, because of the great variation in the percentage of viable seeds from tree to tree.

14. By forming seed tree plantations of trees propagated from the individual trees with the greatest capacity to produce viable seeds under unfavourable conditions, it should be possible to obtain seedlings capable to raise the limit for the ripening of seed in mountain forests.

MANFRED NÄSLUND

Den svenska skogforskningens mål, medel och möjligheter

Skogforskningens allmänna mål är att ge anvisning om hur vi under olika förhållanden på ändamålsenligaste sätt skall sköta våra skogar. Med att sköta skog avses här att frambringa, vårda och skörda den.

Det är inte forskningens uppgift att bestämma vilket mål skogsbruket bör sträva mot — ekonomiskt, socialt eller annat. Men det åligger forskningen att utreda vilka följder olika målsättningar kommer att få i skilda avseenden, och på vilket sätt det åsyftade målet bäst ernås.

Bakom denna allmänna formulering av skogforskningens syfte, som alltid kommer att hållas aktuellt genom utvecklingen på olika områden av den mänskliga verksamheten och inte minst av forskningen själv, döljer sig vittomfattande och mångskiftande forskningsuppgifter.

I det efterföljande lämnas en kort översikt över den svenska skogforskningens viktigaste arbetsfält och aktuella forskningsuppgifter och över de medel och metoder, varmed den angriper sina frågeställningar.

Skogforskningens *centrala arbetsuppgift* är att för olika biologiska förutsättningar (ståndortsförhållanden, trädslag och ras) utreda skogsbeståndens utveckling och produktion vid olika former för beståndens anläggning och följande behandling. Med biologiska förutsättningar avses här alla de faktorer, som direkt eller indirekt påverkar trädens liv. Produktionsfrågor i vid mening kommer därför att utgöra tyngdpunkten i framställningen. Kring dessa grupperar sig lätt övriga forskningsuppgifter.

Skogforskningen har angripit produktionsfrågorna efter två huvudlinjer: *skogsproduktionens naturvetenskapliga förutsättningar och skoglig produktionsforskning*. Den första linjen avser främst att utforska de orsakssammanhang, som döljer sig bakom det yttre skeendet, och söka klarlägga de faktorer, som verkar främjande eller begränsande på skogsproduktionen, för att därigenom ge fasta rikt-

punkter för skogsfrågornas lösande. Den andra linjen söker genom beskrivning av det yttre skeendet utreda skogens utveckling och produktion under olika förhållanden.

Den skogliga produktionsforskningen är starkt beroende av resultat och framsteg inom den skogligt inriktade naturvetenskapen. Sådana är i det långa loppet en förutsättning för att produktionsforskningen rätt skall lösa sina uppgifter. Å andra sidan är produktionsforskningens resultat oumbärliga, då det gäller att omsätta naturforskningens erfarenheter i praktiska handlingsprogram. Det är här inte fråga om ett antingen — eller, utan om ett både — och.

1. Skogproduktionens naturvetenskapliga förutsätningar.

Den naturvetenskapliga skogsforskningen i Sverige är ganska ung och tillkom egentligen först på 1800-talet. Den bygger i stor utsträckning på utvecklingen inom de rena naturvetenskaperna och har haft förmånen att få motta stimulerande impulser från grannländerna. Dess arbete har särskilt inriktats på att utforska de mycket komplexa processer som utspelas i marken och träden.

Ett träds produktion bestämmes av vad trädet kan utvinna av vatten och näringsämnen ur marken och av kolsyran i luften, och vad som kommer på dess lott av ljus, värme och annat. Allt detta bildar tillsammans trädets ekologiska miljö. Men i skogen beror miljön aldrig enbart på växtplatsens ursprungliga beskaffenhet. Den bestämmes tvärtom i hög grad också av konkurrens och annat samliv träden emmellan, och mellan dem och andra organismer, som tillsammans med träden bildar markens och skogens växtsamhällen. Därför är det av största vikt att utreda inte endast skogsträdens egna livskrav och livsyttringar och ståndortens från början givna egenskaper, utan även livet och samlivet i skogsmarken och de skogliga växtsamhällenas typer, deras markkrav och reaktioner.

En utförlig redogörelse för arbetet inom detta vidsträckta forskningsområde faller utom ramen för framställningen. Den måste begränsas till några exempel på sådan forskning.

Studiet av skogens primära *ståndortsförhållanden* har alltid intagit en framträdande plats och har berört frågor, som faller inom klimatologi, geologi, hydrologi och jordmånslära. Vi har härigenom fått en inblick i skogsproduktionens beroende av ståndortens från början givna egenskapar.

Omfattande undersökningar har ägnats *skogssamhället* — skogstypen — som biologisk sammanslutning. Skogstypen är i det prak-

tiska skogsbruket ett ofta använt hjälpmedel att på ett enkelt sätt bedöma marken och dess för skogsskötseln betydelsefulla egenskaper. För forskningen gäller det att pröva och såvitt möjligt precisera skogstypens värde för detta ändamål. Genom de resultat, som undersökningarna över skogstypen och dess ekologi givit, har näringsfrågans betydelse för skogsväxten framträtt betydligt klarare än förut, och man har även fått ett fastare grepp på hur olika skogliga åtgärder inverkar på tillgången av för skogsträden upptagbar näring.

Vid seklets början var undersökningarna över *näringen som produktionsfaktor* främst inriktade på kvävetillgången, och HENRIK HESSELMAN kunde genom sina undersökningar visa, att kvävetillgången i marken i många fall är av stor vikt för föryngringens utveckling. Men han kunde även visa, att knapp tillgång på kväve är en tydligt begränsande faktor för skogsproduktionen. Fortsatta undersökningar över kvävets roll har både bekräftat och vidare utvecklat HESSELMAN's forskningsresultat.

Under de senaste 10 åren har skogens näringsförhållanden tagits upp till ett betydligt allsidigare studium än förut, både vad gäller olika näringsämnens förekomst i marken och deras betydelse för skogsväxten. Härvid har många olika forskningsvägar beträtts, bl. a. analytiska gödslingsförsök i fältet och fysiologiska laboratorieförsök. Man har också genom bladanalys sökt att få reda på de mängder av olika näringsämnen som olika trädslag normalt innehåller, i syfte att med dessa normalvärden som utgångspunkt bedöma, om näringsbrist förekommer i ett skogsbestånd eller i en plantskola. Den första förutsättningen för att kunna bedöma möjligheterna att vinna en produktionsökning genom gödsling i skogen, är att vi vet vad som fattas.

Det finns all anledning att även pröva gödsling i samband med flera föryngringsproblem. På marker som legat kala länge är det ofta svårt att få kulturer att gå väl till. Här är det motiverat att undersöka om gödsling gör nytta. En sådan företeelse som granens ofta förekommande stampperiod vid skogsodling — d.v.s. obetydlig tillväxt under de första 10—15 åren — kan måhända också avhjälpas genom gödsling. Det finns skäl anta att saken ligger så till, när granen stagnerar på planterad ljunghed. Vid skogsodling i Norrland kan den primära orsaken till granstampen vara dålig rotutveckling, som medför akut kvävebrist. Även vid skärmföryngring föreligger problem, där tillförsel av växtnäringsämnen och kalk bör prövas.

Flera av de näringsekologiska och näringsfysiologiska undersökningarna har givit mycket intressanta resultat, och det synes inte uteslutet att gödsling av skogsmark under speciella förhållanden kan

bli en ändamålsenlig åtgärd i det praktiska skogsbruket. För närvarande utgör därför gödsling i skog ett ur flera synpunkter betydelsefullt forskningsområde.

Den skogsekologiska forskningen har klarlagt att även ett gallringsingrepp har en gödslingseffekt, genom att det tillkommer nytt näringsmaterial från bl. a. de multnande rötterna till de avverkade träden. Härtill kommer att konkurrensen om näring och fuktighet minskas, och att det blir gynnsammare villkor för de processer som mobiliserar den näring som finns bunden i mark och förna. Man synes länge ha överskattat den ökade ljustillgångens betydelse för de gynnsamma tillväxtreaktioner, som kunde iakttagas å de enskilda träden.

På lång sikt är det också viktigt att utröna i vilken takt näringsförråden i marken kan förnyas. På denna fråga beror det, om skogen för framtiden kan hållas i god växt utan risk för en fortgående utarmning av markens näringskapital. På denna punkt vet vi ännu mycket litet.

Ökad kännedom om de olika trädslagens ståndortskrav och allmänna och speciella näringsbehov skulle kraftigt bidra att belysa den för skogsbruket viktiga frågan om *rätt trädslag på rätt mark*. Våra kunskaper härom är mycket ofullständiga. Om man exempelvis vid skogsodling väljer ett trädslag, som inte lika bra som ett annat kan utnyttja markens produktionsmöjligheter, går produktionsmaskineriet under hundra år framåt med nedsatt effekt. Det måste vara en av forskningens angelägnaste uppgifter att precisera sådana effektförluster och anvisa vägar till att undvika dem. För närvarande är trädslagsvalet mycket schablonartat i det praktiska skogsbruket, särskilt i Norrland. Detta sammanhänger dock delvis med vissa föryngringsproblem, som behandlas i det efterföljande.

Skogforskaren söker ej endast att genom ändamålsenlig skogsvård ta till vara vad skogen självmant vill ge, han strävar också efter att ytterligare höja dess avkastning. Vi har nyss berört en arbetslinje med detta syfte: konstgödslingen. En annan är *den genetiska forskningen och växtförädlingen*. Växtförädlingens egentliga och mest betydelsefulla uppgift är att skapa bättre trädraser och anvisa vägar till dessas vidmakthållande. Vad som härigenom med tiden kan vinnas vet vi visserligen inte, men möjligheterna till värdefulla resultat motiverar de största ansträngningar. Under senare år har på olika håll en betydande försöks- och forskningsverksamhet kommit i gång inom detta stora arbetsfält.

Skogsträdsförädlingen kan och bör bedrivas efter olika linjer. De förädlingsvägar som närmast kommer i fråga är direkt urval, kors-

ning och kromosomökning. Urval av individer är kännetecknande för skogsskötseln ända från plantstadiet til slutavverkningen. Urvalsförädling och skogsskötsel är med andra ord nära sammanbundna med varandra.

Den väsentliga uppgiften koncentrerar sig därefter kring det stora frågekomplexet om vilket inflytande som skogsträdens genetiska struktur kan utöva på produktionen. Trädens skogliga egenskaper är alltid betingade av både arv och miljö. På olika vägar kan man fixera deras inbördes förhållande. Det individuella trädets genotyp studeras genom vegetativ förmering medelst sticklingar eller ympar, som utplanteras i olikartad miljö, exempelvis i varierande förband. Avkommans värde prövas på olika sätt: genom sådd av frö erhållet efter öppen pollinering, efter artificiell korsning eller efter självbefruktning. Endast de två sista metoderne är från genetisk synpunkt fullt tillfredsställande. Problemet kan tillspetsas på följande sätt: Ett vackert träd har inte alltid en god genotyp. Ett träd av god genotyp ger inte alltid en god avkomma. Våra kunskaper om samspelet mellan arvsanlag och miljö är otillräckliga. Inom detta problemkomplex erfordras en fördjupad forskning i samarbete mellan forskare på genetikens och skogsproduktionens områden.

Hos barrträden sker förädling för närvarande huvudsakligen genom urval och korsning. Detta urvals- och korsningsarbete utnyttjar även vad genetikerna kallar *hybridstimulation*. Metoden grundar sig på den redan under antiken gjorda iakttagelsen, att korsningar mellan olika arter eller raser ofta visar stegrad tillväxt. De resultat, som erhållits vid förädling av andra växter, motiverar att hybridstimulationens utnyttjande vid förädling av barrträd närmare utforskas. Ett aktuellt exempel på denna förädlingsväg skall nämnas.

Beträffande granen har de senaste försöken bestyrkt de redan tidigare i praktiken gjorda erfarenheterna att användning av sydliga provenienser ofta medför en produktionsökning, särskilt har detta kunnat påvisas för ungdomsstadiet. På lämplig mark och i tillräckligt gott klimatläge synes denna starka tillväxt fortsätta till avverkningsbar ålder. Försöken tyder på att en användning av sydligt frömaterial kan visa sig lönande i större utsträckning — även geografiskt sett — än man tidligare ansett möjligt. Särskilt östeuropeiskt granfrö har visat sig ända upp vid Umeå ge utmärkt gott resultat, även i frostläge.

Genom att sammanföra olika härstamningar i särskilda s.k. *fröplantager* avser man att korsa de bästa träden av de olika härstamningarna och hoppas härigenom på konstlad väg kunna skapa en ny «granras» med önskade egenskaper. Dylika fröplantager har redan

anlagts med mellaneuropeisk gran, varid man söker utnyttja dennas snabbare tillväxt och den korsningsstimulans, som gärna inträffar vid korsning av olika material, här således hos hybridgran. Även beträffande andra trädarter studeras deras proveniensfråga ingående.

I anslutning härtill vill jag beröra ett aktuellt frågekomplex, där genetiska och ekologiska problem är sammanvävda. Utnyttjar en viss population markens tillgängliga näringsämnen effektivare än en annan? Hur förhållar det sig med näringsupptagande och näringsbehov hos dessa olika typer? Vi står här inför teoretiska problem av grundläggande betydelse för all växtförädling.

Genom användning av märkta atomer, s.k. *isotoper,* finns det numera stora möjligheter att på ett betydligt exaktare sätt än tidigare varit möjligt följa näringsämnenas vandring i växtdelar och växtorgan. Vissa modellexperiment har utförts, vilka ådagalagt att genetisk olika material kan ha olika näringsupptagande. Några bestämda slutsatser kan ej ännu dragas av dessa orienterande försök. Men det synes vara en framkomlig väg att tränga dessa frågor närmare in på livet.

Genetikens och den övriga naturvetenskapens insatser och problemställningar i de praktiska föryngringsfrågorna kommer att behandlas i ett senare avsnitt. Detsamma gäller även skogens och virkets skydd mot parasitsvampar och skadeinsekter.

Att studera skogsproduktionens naturliga förutsättningar är en stor naturvetenskaplig uppgift, som omfattar ett otal delproblem, varav endast några exempel kunnat beröras här. I den mån dessa löses kommer kunskapen om skogens liv att vidgas och fördjupas. Skogsmannen får härigenom ett fastare biologiskt underlag för sitt handlande. Hans öga ser skarpare och klarare vad som sker i naturen vid olika ingrepp, och han får ökade möjligheter att av iakttagelserna dra riktiga lärdomar. Däremot kan den naturvetenskapliga analysen av de skogliga delprocesserna inte leda fram till den överblick över skogsbeståndens kvantitativa och kvalitativa utveckling under olika förhållanden, som erfordras för ett praktiskt ståndpunktstagande i skogsskötselns huvudfrågor. Denna sida av skogens liv studeras av den skogliga produktionsforskningen, vilken behandlas i efterföljande avsnitt.

2. Den skogliga produktionsforskningen.

När det gamla skogsbeståndet avverkats vid produktionstidens slut och en ny skogsgeneration grundlägges, säger man med ett i Sverige vedertaget — ehuru språkligt sett oegentligt — uttryck, att det gamla beståndet föryngras.

Ett skogsbestånd kan grundläggas på en mångfald sätt. Huvudmetoderna är naturlig föryngring genom besåning från fröträd eller kantbestånd och skogsodling genom sådd eller plantering. Skogsbeståndets kommande utveckling blir i dessa fall mer eller mindre olika. Redan valet av föryngringsmetod påverkar således hela den följande beståndsutvecklingen.

När ett skogsbestånd efter lämplig vård i plantstadiet nått sådan utveckling att en första gallring kan komma i fråga, har skogsvårdaren att välja lämplig tid för ingreppet, och avgöra hur starkt och på vilket sätt beståndet bör utglesas, varvid hänsyn måste tas till den tid som anses böra förflyta, innan nästa gallring företas. Efter upprepade gallringar under beståndets långa växttid kommer sedan den tidpunkt, då ställning måste tagas till när beståndet skall slutavverkas.

Att vinna klarhet i dessa frågor är svårt, eftersom varje gallring har efterverkningar under beståndets hela återstående liv. Det är den samlade framtida avkastningen som bör fälla utslaget, men på grund av den skogliga produktionstidens längd kan ingen bedöma framtidsavkastningen med stöd av egen erfarenhet. Här måste produktionsforskningen visa vägen.

Produktionsforskningen eftersträvar, som tidigare nämnts, *att för olika biologiska förutsättningar utreda den utveckling av skogsbeståndet som kan åstadkommas genom olika former för beståndens anläggning och följande behandling*. Utan kännedom om de många biologiskt möjliga alternativen för skogens utveckling saknar skogsskötseln fundament att stå på, och intet planmässigt program — vare sig biologiskt eller ekonomiskt — kan uppställas för densamma.

På grund av den långa produktionstiden i skogen och ståndortens och skogsbeståndens starkt växlande beskaffenhet har produktionsforskningen haft stora svårigheter att övervinna, då det gällt att finna och tillämpa en ändamålsenlig forskningsmetodik. Henrik Petterson har emellertid genom sitt arbete på detta område lagt en fast grund till den svenska produktionsforskningen. En för praktiska behov betydelsefull belysning av beståndsvårdens huvudproblem och andra aktuella produktionsfrågor ligger numera inom räckhåll, och flera viktiga resultat har redan erhållits. I det följande lämnas en kort antydan om den nya metodiken.

Skogforskningsinstitutet har ett betydande antal gallringsförsök, som anlagts successivt under loppet av ett par decennier i bestånd av olika åldrar och därefter gallrats och registrerats ungefär vart 5:e år. De korta utvecklingsförlopp, som hittills observerats, är sålunda spridda över alla praktiskt förekommande åldrar. Om vi redan

nu vill bilda oss en föreställning om skogsbestånds hela utvecklingsförlopp, måste alltså dessa utvecklingsfragment — omfattande tiden mellan två gallringar — på ett eller annat sätt sammanställas.

Tillväxten under en gallringsperiod påverkas av många iakttagbara faktorer, vilka principiellt har avseende på ståndorten, trädslaget, rasen, beståndets tillstånd vid periodens början, dess föregående historia, gallringsingreppet och väderleken under perioden. Det är inte på förhand klart hur dessa olika faktorer lämpligen bör beskrivas för att göra vår uppskattning av periodens tillväxt så noggrann som möjligt. Däremot är det tydligt, att en uppskattning verkligen är möjlig och att man i princip med så enkla medel som upprepad gruppindelning av materialet och beräkning av medeltal i alla undergrupper kan få en uppfattning om hur olika faktorer påverkar tillväxten. Givetvis finns även många för oss ännu okända eller oåtkomliga faktorer, som också påverkar tillväxten. Deras verkan kan inte redovisas, den yttrar sig som spridning kring medeltalen i de olika grupperna. Denne spridning kan vi inte minska förrän forskningen öppnat möjligheter att ytterligare precisera gruppdefinitionen. Det avgörande är att spridningen kan nedbringas i sådan grad att medeltalen kan läggas till grund för vårt handlande.

I praktiken visar det sig nödvändigt att vid tillväxtens beräkning ta hänsyn till många delfaktorer. Det inses emellertid lätt, att en uppdelning av materialet på grupper i verkligheten inte kan genomföras särdeles långt. Gruppernas antal växer lavinartat för varje ny uppdelning, och man kommer snart fram till en praktisk oöverkomlig gräns. Det är därför av den allra största betydelse för produktionsforskningen, liksom för många andra forskningsområden, att den matematiska statistiken ger anvisning om en metod att kringgå dessa svårigheter. Detta hjälpmedel är *regressionsanalysen.*

Denna verkar på samma sätt som en flersidig gruppindelning, den utför i princip den medeltalsberäkning, som man önskar utföra, om en gruppindelning vore möjlig, och den utjämnar dessa gruppmedeltal i förhållande till varandra. Vi kan betrakta regressionsanalysen som en approximation och gruppindelningen som ett ouppnåeligt ideal. Metoden leder till matematiska funktioner, som anger sambandet mellan den sökta storhetens — i detta fall tillväxtens — mest sannolika värde och ett antal på storheten inverkande faktorers observerade värden.

Regressionsanalysen syftar till att ge kvantitativa uttryck för olika faktorers inflytande på ett förlopp. Den överensstämmer i detta avseende med det naturvetenskapliga experimentet. Vid naturveten-

skapliga experiment studerar man emellertid en enda eller ett litet antal faktorers inflytande, medan övriga relevanta faktorer så långt möjligt hålles på konstant nivå. Man inskränker alltså problemets räckvidd och söker belysa en begränsad sektor i taget. Produktionsforskningen däremot kommer ingen vart genom att begränsa sitt problem, den måste på en gång ta så mycket som möjligt av den invecklade verkligheten i betraktande, och då erfordras ett betydande antal faktorer. För övrigt kan man ju av lätt insedda skäl knappast hålla några faktorer alls konstanta ute på provytorna i skogen. Produktionsforskningen har därför intet val; den kan inte lösa sina viktigaste problem på annat sätt än genom regressionsanalys eller andra närbesläktade matematiskt-statistiska metoder.

Den skisserade produktionsforskningen resulterar i produktionstabeller, vilka för olika biologiska förutsättningar — olika geografiska områden och boniteter, trädslag och rastyper etc. — visar den sannolika beståndsutvecklingen och volymproduktionen vid tillämpningen av olika skötselprogram.

Skogskötseln är ett medel att uppnå ett mål. Målet kan sättas olika i skilda fall. Men i allmänhet torde det vara ekonomiskt till sin innebörd. *När de biologiska möjligheterna att realisera olika utvecklingsförlopp är kända, återstår att bland dessa utvälja det ekonomiskt mest fördelaktiga.* I ekonomiskt skogsbruk gäller det att producera värden. För forskningens del följer härav nödvändigheten att kunna värdera virkesavkastningen under hela omloppstiden och omföra volymsproduktionen till värdeproduktion. Härvid måste produktionsforskningen bygga på resultat från forskningen på virkeslärans, arbetslärans och skogsekonomins områden, vilket beröres i det följande.

Genom bearbetning av observationsmaterial från *skogsforskningsinstitutets fasta gallringsförsök* enligt de nya linjerna har vi fått en god orientering i beståndsvårdens och produktionens viktigaste problem. Slutsatser av stor principiell betydelse har kunnat dragas rörande barrträdens produktionsförmåga i olika boniteter och produktionens beroende av skogliga åtgärder, såsom plantering, sådd, röjning, gallring och omloppstidens längd. Beträffande gallringen har ingående studier ägnats åt valet av gallringsintervall, gallringsform och gallringsstyrka. Därmed har också förutsättningar skapats för en diskussion av skogsskötselns ekonomi. Rationella gallringar är av stor betydelse för värdeproduktionen och skogsbrukets lönsamhet.

Men det material, som stått till förfogande för dessa undersökningar, har — särskilt för Norrland — likväl varit mycket ofullständigt och begränsat. Flera för restaureringsarbetet betydelsefulla problem-

ställningar, såsom planteringarnas produktion vid jämförelse med självsådda bestånd, betydelsen av tidiga plantskogsröjningar, planterings- och såddförbandets inverkan på produktionens kvantitet och kvalitet, barrblandskogens, björkens och aspens produktionsförmåga på olika ståndorter etc., kan vi därför ännu endast mycket approximativt bedöma. Men vi vet, att stora framtidsvärden står på spel.

På grund av produktionsfrågornas grundläggande betydelse för vårt skogsbruk och dess planläggning har skogsforskningsinstitutet startat en stor produktionsundersökning efter moderna linjer.

Den nya produktionsundersökningen, som avser våra viktigaste trädslag och beståndstyper, syftar längre än till att underlätta produktionsprognoser. Genom att ett stort antal provytor, där tillväxten blir känd, noggrant beskrives med avseende på ståndortens och trädens beskaffenhet, vinnes möjlighet till djupare inblick i tillväxtens förutsättningar. I sådant syfte insamlas bland annat jord- och humusprov för undersökning av marken och marktillståndet och barrprov ur trädkronorna, för sökande av spårelement, vilka kan ge en ytterligare belysning av ståndortens egenskaper. På provträden bestämmes sådana botaniska och andra karaktärer, som förmodas vara specifika för olika genotyper. Genom att miljö och arv samtidigt beaktas, hoppas man vid statistisk bearbetning kunna separera deras effekter.

För att produktionsforskningen skall kunna ge allt det stöd åt skogsskötseln som därmed avses, måste den även förbindas med undersökningar över *virkets kvalitet.* I detta syfte tagas från provträden representativa provstycken, vilkas tekniska egenskaper undersökes i samarbete med träforskningsinstitutet.

För cellulosaindustrin är det exempelvis av stor betydelse att veta, hur olika ståndorter och olika skogsskötsel inverkar på massautbytet per kubikmeter ved och på papperets kvalitet. Sålunda har mycket värdefulla resultat erhållits vid en nyligen avslutad bearbetning av material från produktionsundersökningen begränsad till att utreda det inflytande, som egenskaper hos ståndorten och trädet har på utbytet av sulfitmassa av gran och dennas kvalitet.

Det omfattande fältarbetet till den nya produktionsundersökningen har forskridit så långt att bearbetningen av observationsmaterialet från Norrland nu kan börja på bred front. Detta måste bli ett stort *grupparbete.* Den skogliga produktionsforskningen kräver samverkan av fackmän i olika läger om det mål skall uppnås, som vi eftersträvar och i skogsskötselns intresse måste eftersträva. Den nya produktionsundersökningen har därför behandlats ganska utförligt. Den har som förut nämnts två huvudproblem.

Den primära uppgiften är att utforska den beståndsutveckling, som kan åstadkommas under olika biologiska förutsättningar. Härvid erfordras ett nära samarbete mellan skoglig produktions- och föryngringsforskning, naturvetenskaplig forskning och matematisk-statistisk forskning. Då det sedan gäller att bland de biologiskt möjliga alternativen utvälja dem, som för olika förhållanden är ekonomiskt fördelaktiga, måste ytterligare länkar tillfogas samarbetskjedan. Träteknisk och träkemisk forskning för frågor rörande virkets tekniska egenskaper och utnyttjande, arbetsteknisk forskning för avverknings-, transport- och andra kostnader samt skogsekonomisk forskning för frågor angående omkostnadernas fördelning, prisutvecklingen, räntefoten etc.

För ett framgångsrikt grupparbete är det angeläget att de olika forskningsgrenarna genom utvecklingen inom det egna fältet är mogna att deltaga i det gemensamma arbetet. På grund av de framsteg, som under senare år gjorts inom här berörda forskningsområden, synes tiden nu vara inne för ett fruktbärande grupparbete inom den skogliga produktionsforskningen.

Den nya produktionsundersökningen kommer givetvis inte att lösa det praktiska skogsbrukets alla produktionsproblem. Målsättningen är anspråkslösare, men likväl synnerligen viktig. Den avser att ge praktiken en väsentligt stabilare grund än den nu har att bygga på vid ställningstagande i de viktigaste produktionsfrågorna vid skogsbeståndens vård och föryngring och vid skogsbrukets ekonomiska uppläggning.

Det är vanskligt att döma om framtiden, men vi kan inte undgå att märka, att den genetiska vetenskapen med olika medel söker utrusta våra skogsträd med nya egenskaper och egenskapskombinationer, att andra trädarter i vissa fall växer bättre än våra egna, att markforskningen på olika vägar söker förbättra markens näringsförråd, att klimatet synes undergå förändringar, och att industrin kan framställa alltmer mångsidiga produkter. Vad detta och annat kan komma att leda till vet vi inte. Skulle likväl förutsättningarna för skogsproduktionen härigenom ändras, står tydligen produktionsforskningen inför många nya och betydelsefulla uppgifter.

3. Skoglig föryngringsforskning.

Produktion och föryngring är delar av ett och samma problem. Föryngringsforskningen kan framställas under samma synvinklar som tidigare anlagts på produktionsforskningen. Först måste vi utreda

frågan om de biologiska möjligheterna att åstadkomma föryngring, och därefter kommer det ekonomiska valet mellan dessa. Vid detta val spelar den framtida produktionen vid olika föryngringssätt en framträdande roll. Det gäller här att kombinera hög produktion med låg föryngringskostnad.

Föryngringarna utgör det material, som skall uppbära och möjliggöra en ökning av den framtida virkesproduktion. Problemet att på ett ekonomiskt sätt grundlägga goda föryngringar är följaktligen en stor och utomordentligt betydelsefull fråga för skogsbruket.

Den naturvetenskapliga forskning, som tidigare berörts, är även av grundläggande betydelse för föryngringsfrågornas lösande. Härvid tillkommer dock speciella biologiska problem och skogliga och tekniska frågeställningar, vilka är starkt sammanvävda med varandra. Dessa behandlas därför gemensamt för de olika föryngringsmetoderna.

De senaste årens forskning på föryngringens område har övervägande ägnats åt Norrland, där behovet av snar vägledning i återväxtfrågor i samband med det skogliga återuppbyggnadsarbetet varit mest framträdande.

Det är en av föryngringsforskningens viktigaste uppgifter att utreda, under vilka förhållanden en efter tidens krav nöjaktig föryngring kan erhållas på naturlig väg, och på vilket sätt man därvid bör gå till väga.

Vid *naturlig föryngring* framställer sig problem rörande föryngringshuggningens lämpliga utförande, vidare frågor rörande hyggesvården och föryngringsbefordrande åtgärder som mekanisk och kemisk markbearbetning, bränning etc. För att belysa dessa frågor erfordras en djup inblick i den naturliga föryngringens biologiska förutsättningar genom observationer rörande föryngringens, skogstypens och moderbeståndets beskaffenhet, marken, klimatet, uppträdande av parasitsvampar, skadeinsekter etc. Vid bearbetningen av observationsmaterialet kan de tidligare skildrade regressionsanalytiska metoderna ofta vara till god hjälp.

I början av 1940-talet undersöktes möjligheterna för naturlig föryngring, speciellt på granmarkerna i Norrland. Det klarlades därvid att föryngringssvårigheterna var mycket stora, särskilt ovanför ett par hundra meters höjd över havet, och att hjälpåtgärder av ett eller annat slag var nödvändiga för att erhålla en nöjaktig föryngring.

Även i övriga Sverige finns stora områden, där självföryngringen försvåras av hyggesvegetation, torka etc. Behovet av fördjupad insikt om möjligheten och sättet att under olika förhållanden åstadkomma en god självföryngring är i hög grad trängande.

Genom *skogsodling*, d.v.s. sådd och plantering, försättes kalmarker och skräpskogar snabbast möjligt i produktivt skick. Utförda undersökningar med användande av modern fältförsöksmetodik har visat, att — tvärt emot den tidigare vanliga uppfattningen — utsikterna till goda resultat av skogsodling är stora även i övre och inre Norrland. Många biologiska och tekniska problem återstår dock ännu att lösa, innan skogsodlingarna i den praktiska tillämpningen fungerar med tillfredsställande säkerhet.

På den biologiska sidan framträder allt starkare behovet av skogsekologisk forskning rörande plantornas tillväxt och trivsel i den ofta karga miljön och under ogynnsamma väderleksförhållanden. Hit hör bl. a. problemet om granens stampperiod, vilket tidigare berörts. Även på det tekniska området ställes vi inför en mångfald olösta frågor. Det är nödvändigt att intensivt arbeta på dessa problem, ej endast för att undvika de rena förluster, som ännu är alltför vanliga, utan även för att kunna inhösta de vinster, som ligger inom räckhåll.

De nuvarande arbetskostnaderna vid skogsodling torde genom förbättrad manuell arbetsteknik och arbetsorganisation och ökad användning av ackordssystem kunna minskas med minst 25 %, vilket för en årlig kulturareal av omkring 100 000 hektar skulle innebära en besparing av 5 à 6 miljoner kronor årligen. För hela landet har det årliga skogsodlingsbehovet under den närmaste 20-årsperioden nämligen uppskattats till 100 000 hektar. Ökade biologiska insikter skulle sannolikt kunna skona oss från förluster av samma storleksordning.

I syfte att ytterligare nedbringa skogsodlingskostnaderna har försök gjorts att mekanisera skogsodlingsarbetets tyngsta moment med hjälp av *traktordragna markberedningsmaskiner*. Försöken har utfallit väl, och metoden har nu en vida spridd tillämpning. Kostnaden nedbringas genom traktordriften — där den kan användas — till mindre än hälften av kostnaden för ett välorganiserat manuellt arbete. Metoden har tillämpats som förarbete till både sådd och plantering, och har i båda fallen visat sig ge goda resultat ur biologisk synpunkt.

Fjällskogarna erbjuder särskilda föryngringssvårigheter, vilka angripes efter olika linjer. Härvid prövas bland annat grundlig markberedning med traktor för naturlig föryngring och skogsodling. Vid skogsodlingarna anlägges särskilda försök med olika sibiriska och amerikanska trädslag.

Olikheter i tallens och granens tillväxtrytm och i deras krav på

ståndorten skapar svårbemästrade problem, när det gäller att åstadkomma *barrblandbestånd* på konstlad väg. Forskningen har sin uppmärksamhet riktad på denna viktiga fråga, som i särskilt hög grad aktualiserats inom det norrländska skogsbruket.

Ett viktigt föryngringsproblem hänför sig till *gifters och växthormoners* användning i skogsbruket. Stora, tidigare vanvårdade områden i Norrland, bevuxna med mindervärdig björk skulle vara praktiskt taget omöjliga att föryngra utan hjälp av dessa preparat. De kemiska framstegen på området bör följas och tillämpningsfrågorna studeras och utvecklas, varvid de kemiska medlens inverkan på markens mikroflora bör ägnas särskild uppmärksamhet.

I nära anslutning till skogsodlingsfrågan står de problem, som rör *skogsfröet*, dess behandling och lagring och plantskolorna och deras skötsel, vari även inbegripes åtgärder mot insekts- och svampangrepp, frågor rörande omskolning, plantsortering m. m.

Viktiga resultat har erhållits av undersökningar på detta fält. Som exempel kan nämnas betydelsen av en varsam avvingning av fröet, appliceringen av röntgenfotografering för undersökning av fröets beskaffenhet och konstitution. Olämplig avvingningsteknik torde ha varit en bidragande orsak till att äldre skogsodlingar misslyckats, och röntgenfotograferingen öppnar vida perspektiv för den framtida fröanalysen.

Fröplantageidén bygger på urval, uppförökning genom ympning och samkorsning av plusträd, d.v.s. utvalda, vackra fenotyper. Plantager anlägges nu i betydande omfattning inom olika zoner av landet. Syftet med dessa fröodlingar är att producera stora mängder av genetiskt fullgott frö, som dessutom är välutvecklat, fullt moget och lätt kan skördas. Trots alla gjorda erfarenheter befinner sig plantageverksamheten ännu på försöksstadiet, och behovet av fortsatt forskning gör sig starkt gällande.

4. Skogs- och virkeskydd.

För en rationell skogsskötsel erfordras ett effektivt skydd mot skogens och virkets skadegörare i växt- och djurvärlden. Forskningen på dessa betydelsefulla områden kan här endast beröras antydningsvis och begränsas till mykologins och entomologins arbetsfält.

Den mykologiska forskningen har starkt vidgat våra kunskapar om skadesvamparnas livsbetingelser, och i flera fall har anvisningar om skyddsåtgärder kunnat ges. Några exempel må anföras. På vissa höjdlägen i Norrland utgör *snöskytte* ett allvarligt hinder för tall-

återväxten. Svampens biologi har klarlagts, och värdefulla anvisningar för dess bekämpande har lämnats. Ökade möjligheter att bekämpa vissa svampsjukdomar i plantskolorna har också erhållits.

Den viktigaste svampsjukdomen inom skogsbruket torde vara *rotrötan*, som inom vissa områden svårt angriper granen och ibland även tallen. Stora ansträngningar har gjorts för att få klarhet om svampens infektionsbiologi och om vägarna för rotrötans bekämpande. Våra kunskaper härom är emellertid fortfarande otillräckliga. Här föreligger en forskningsuppgift, vars lösande är av största betydelse för det praktiska skogsbruket och särskilt för landets södra del.

På timmer och massaved anställer svampar *lagringsskador*, som kan uppgå till mycket avsevärda belopp. Omfattande undersökningar har visat att skadorna kan hållas inom rimliga gränser genom lämplig lagring och hantering under transport och i vedgård. Flera viktiga detaljproblem återstår dock att utforska.

Stockblånad på timmer vållar betydande skador. Genom undersökningar har klarlagts att det råder ett intressant biologiskt samband mellan vissa barkborrar och de svampar, som förorsakar stockblånad. Bekämpning av stockblånaden genom besprutning av timret med DDT-preparat har givit goda resultat.

På det entomologiska området har *flygbepudringen* visat sig vara en effektiv bekämpningsmetod mot vissa skadeinsekter. Metodik för prognosundersökningar vid massförökning av barr- och bladätande insekter har utarbetats. Gamla bekämpningsmetoder har moderniserats och gjorts effektivare med hjälp av de nya medel, som den kemiska forskningen ställt till vårt förfogande.

Ökade kunskaper om förebyggande åtgärder och bekämpningsmetoder mot skadesvampar och skadedjur erfordras, om vinsterna av skogsvårdsarbetet effektivt skall kunna tillvaratagas.

I detta sammanhang bör nämnas en annan sida av virkesvården. Denna faller inom virkeslärans område och avser åtgärder för att öka *virkets flytbarhet* vid flottning och därigenom minska sjunkningsförlusterna. Här föreligger ett aktuellt forskningsområde med många delproblem.

5. Skogsarbetets rationalisering.

All produktion har en debet- och en kreditsida. Balansen häremellan blir avgörande för produktionens lönsamhet.

Den stora kostnadsposten på skogbrukets debetsida är arbetsprocesserna. Den arbetstekniska forskningen ökar kunskapen om arbetsprocesserna och skapar större förutsättningar till en snabbare ratio-

nalisering av skogsarbetet. Rationalisering ökar lönsamheten och bidrar därmed till att bättre arbetsförhållanden och höjd levnadsstandard bör kunna erbjudas skogens folk. Härigenom blir också arbetskraftsituationen gynnsammare.

Den arbetstekniska forskningen i Sverige är av ungt datum. Dess centrala område är *virkets avverkning och transport.* Inom detta arbetsfält har en omfattande försöks- och forskningsverksamhet bedrivits under ett 15-tal år. Härvid har man endast hunnit ta upp de mest aktuella frågorna till en första granskning. Betydelsefulla resultat har dock redan uppnåtts.

Det har utrönts, att prestationen vid de rent manuella avverkningsarbetena under de sista 10 åren i storskogsbruket i Norrland och Dalarna stigit med omkring 25 % för huggning och 15 % för hästkörning, varvid ingen mekanisering av arbetet ingår. För småskogsbruket saknas motsvarande utredning. Denna förbättring av de manuella arbetsoperationerna kan utan tvivel till betydande del återföras till den arbetstekniska forskningen. *Till denna årliga prestationsstegring på i medeltal 2 % kommer mekaniseringsvinsterna.*

De aktuella områdena inom den arbetstekniska forskningen kan indelas i tre grupper:

1) dels förbättringar och finslipningar av nu existerande metoder och redskap, t. ex. huggningsarbetets rationalisering, ändamålsenlig samordning av transporterna,
2) dels forskning som avser mera genomgripande förändringar i driften såsom mekaniserad framsläpning av virke, buntvis hantering av detsamma, konstruktion av olika specialmaskiner för skogsbruket etc.
3) och dels arbetsfysiologiska undersökningar som syftar till riktiga, energibesparande arbetssätt, skydd mot yrkesskador, bibehållen arbetsförmåga vid högre ålder etc.

Den arbetstekniska forskningen omfattar ett rikt fasetterat och mycket betydelsefullt arbetsfält, vars huvuddrag här endast kunnat antydas.

Slutord.

Framsteg på skogsforskningens område, som leder till förbättrade eller nya länkar i den långa kedjan från sådd till skörd, innebär enorma värden även om förbättringarna relativt sett är ganska blygsamma. Det kan därför vara av intresse att belysa skogsforskningens ekonomiska bakgrund med några siffror. Dessa avser endast att ange den storleksordning det här är fråga om.

Den totala årliga avverkningen i Sverige har de sista åren uppgått till omkring 50 milj. m^3 inkl. bark med ett värde vid industri eller annan förbrukningsplats av 2,5 à 3,0 miljarder kronor. Avverknings- och transportkostnaderne har överstigit 1,0 miljard kronor. Kan forskningen ge anvisning om produktionsfrämjande åtgärder, som ökar volymsproduktionen med 10 %, och som genom förbättrad virkeskvalitet och virkesvård höjer bruttovärdet per kubikmeter med 5 %, och kan sedan avverknings- och transportkostnaderna genom rationalisering och mekanisering nedbringas med 10 % per kubikmeter, betyder detta med nuvarande virkespriser och arbetslöner en *vinst på omkring 400 miljoner kronor årligen,* som i olika former kan tillföras det svenska folkhushållet. De antagna relativa förbättringarna är gjorda med försiktighet. *Den skogliga forskningen siktar än högre.*

HÅKON ROBAK
OG KNUT NEDKVITNE

Et 25 år gammelt forsøk med gjødsling av gran på røsslyngmark

A 25 Years Old Manuring Experiment with Norway Spruce on Calluna Heath-land in Western Norway

Det forsøket vi her skal beskrive er antakelig det eldste i sitt slag her i landet. Selv om det lider av visse forsøkstekniske mangler, turde det derfor ha krav på interesse.

Initiativet til forsøket ble tatt av landbrukskonsulent ved A/S Odda Smelteverk, H. E. Hognestad i brev av 19/5 1930 til Vestlandets forstlige forsøksstasjon.

Hognestad nevnte det fenomenet som nå er velkjent som «Vekst-hemningen hos unggran på røsslyngmark» og pekte i samband med dette på firmaets produkt «Trollmjøl» som alt den gang hadde vært nyttet til å drepe lyng (og mose). Trollmjøl er finmalt teknisk Calciumcyanamid og inneholder ca. 20 % kvelstoff og ca 60 % kalk (beregnet som CaO).

En gjødsling av plantemarken med Trollmjøl ville ha en tresidig virkning:

1. Lyng og mose ville drepes.
2. Jordreaksjonen ville forskyves i retning mot nøytral.
3. Direkte kvelstoffgjødselvirkning.

Vestlandets forstlige forsøksstasjon ved assistent, senere avdøde Jonas Nilsen la så ut et forsøk samme høst. Til forsøksmark ble valgt en 4,5 da stor flate i et stort skogreisingsfelt anlagt av A/S Skog, Stavanger, på gården Store Svela i Bjerkreim.

Flaten ligger ca. 200 m.o.h. Nærmeste værstasjon er Eikestad i Bjerkreim, 250 m.o.h. Her er middeltemperaturen i kaldeste måned (februar) ÷ 0,4°C, i juli + 14,4°C (Birkeland 1936). Middeltemperaturen juni—september er 12,7°C, årsnedbøren er godt og vel 2000 mm (Nedbøren i Norge 1895 — 1943). Vi tør tro at disse tallene er nokså lik de tilsvarende verdiene for Svelafeltet.

Fjellgrunnen under flaten er granitt (Kolderup 1914). Over denne ligger dyp morene, for det meste av granitt.

Flaten ble lagt ut som et romersk kvadrat med 3 × 3 ruter (se skissen). Hver rute var 0,5 da. Fra dette går et 1 m bredt plantefritt

randbelte i hver av de gjødslete rutene. Gjødslingstid og gjødselmengde ble valgt etter Hognestads forslag.

17. september 1930 merket en med pinner de punktene der plantene senere skulle stå i rutene 2, 3, 4, 6, 7 og 8. Så ble en 1 m² stor flekk rundt hvert plantepunkt gjødslet med 100 g Trollmjøl.

På rutene 2, 6 og 7 strødde Nilsen dessuten 100 g Thomasfosfat i hver flekk. Da randbeltet i de gjødslete rutene reduserer det tilplantede arealet til bare vel 0,4 da, ble forbruket av hvert av de to gjødselslagene ca. 50 kg pr. da.

Planting ble utført våren 1931 med 3-årige granplanter. I gjødslingsrutene — med 14 × 14 (= 196) planter avmerket — ble planteavstanden 1,5 × 1,5 m. I de ugjødslete rutene 1, 5 og 9 ble det plantet helt ut til kantene. Så vidt det kan ses, har det vært plantet 17 × 17 (= 289) planter pr. rute. Trass i at det tilplantede areal her er noe større enn i de gjødslete rutene, blir planteavstanden noe mindre enn der, nemlig ca. 1,3 × 1,3 m.

Etter de papirer som foreligger kan vi ikke se det har vært utført vegetasjons- eller jordbunnsstudier på flaten den gang forsøket ble lagt ut.

Folk som var med ved plantingen forteller at røsslyngen var høy og tett, fordi det ikke hadde vært beitet der de siste årene før planting. Den ene av oss (Robak) besøkte stedet våren 1942 og konstaterte da at lyngen fortsatt var jevnt høy og kraftig over hele flaten, unntatt i selve gjødslingsflekkene, hvor den tydelig nok er blitt drept. Da forsøket den gang sorterte under en annen avdeling, ble det heller ikke ved dette høve utført vegetasjonsstudier, men sammenholder vi inntrykket den gang med det en nå finner på tilsvarende jord like ved, er det grunn til å tro at de viktigste artene på flaten sammen med røsslyngen *(Calluna vulgaris)* var: *Vaccinium vitis-idaea, Arctostaphylos uva-ursi, Empetrum, Agrostis canina, Carex pilulifera, Potentilla erecta, Trientalis europea* og ventelig særlig i nederste del av flaten *Pteridium aquilinum.*

Jordprofilet må en gå ut fra er omlag det samme nå som den gang det ble plantet. Det er ventelig bare i humuslaget det har gått for seg synlige endringer. Ved siste revisjon 1955 ble jordprofilet undersøkt og beskrevet av Nedkvitne.

På rute 1 øverst i feltet finner en dette profilet:

A_{0-1}: 0—3 à 5 cm. Råhumus, lite omdannet. Mørkebrun (10 YR 2/2 etter Munsell's Soil Color Chart).

A_2: 3 à 5—8 à 10 cm. Humusholdig mineraljord. Mørkegrå (5 YR 4/1—3/1).

B_1: 10–35 cm. Mineraljord, ensfarget mørkt gulbrun (nær 10 YR 4/4). Går gradvis over til:
B_2: 35–55 cm gulbrun (10 YR 5/6). Går gradvis over til:
C: 55 à 60 cm. Olivenbrunt (nær 2,5 Y 5/4). Hardt.

For rute 9 nederst på flaten er dette profilet representativt:
A_{0-1}: 0–5 à 6 cm. Råhumus, lite omdannet, mørkebrun (10 YR 2/2).
A_2: 5 à 6–10 à 12 cm. Humusholdig mineraljord, mørkegrå (10 YR 4/1–3/1).
B_1: 10–20 cm. Mineraljord med humusutfelling. Mørkt rødbrun (5 YR 3/3) med gulbrune flekker.
B_2: 20–80 cm. Ensfarget mørkebrun (7,5 YR 4/4) mineraljord.
C: 80 cm. Olivenbrunt.

Mineraljorda i begge profilene er svakt leirholdig, middels fin sand med noe grus og stein.

Profilet på rute 1 viser at der er tørt. Rute 9 har tydelig friskere jord. Det viser seg blant annet ved at her er tykkere humuslag, her er humusutfellingsskikt, og jernutfellingsskiktet har mørkere brunfarge. Men også rute 9 har god drenering. Det kan en se f. eks. ved at jernutfellingen går helt ned til 80 cm's dybde.

På de andre rutene viser profilene mellomtyper mellom dem vi finner på rutene 1 og 9.

Forsøket er blitt revidert 3 ganger, av Nilsen i september 1933, av Robak i juni 1950 og av Nedkvitne i august 1955. I 1950 ble bare hver tredje plante målt (til foten av toppskuddet for samme sommer). I 1933 og 1955 målte en alle plantene.

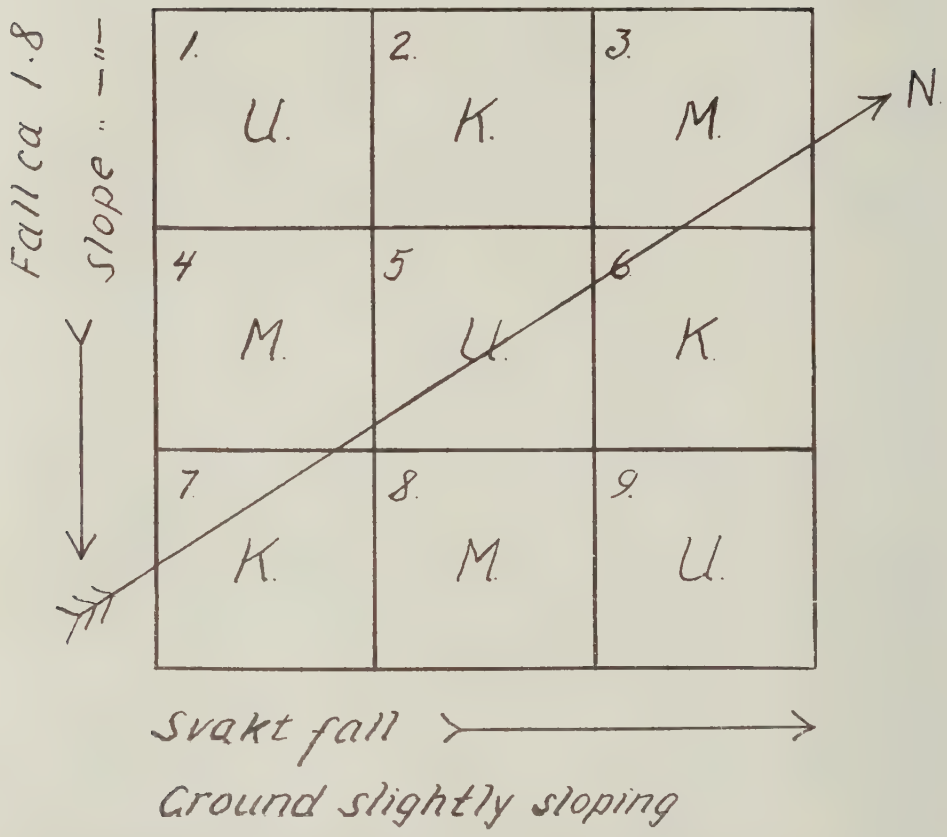
Siste revisjon viser at planteavgangen har vært nokså liten på alle rutene. Avgangen på ugjødslete ruter (U) har vært ca. 10 % i gjennomsnitt, for Trollmjølrutene (M) 3,6 % og for kombinert gjødsling (K) 3,4 %. Størst har avgangen vært på rute 1, der ca. 20 % av plantene var gått ut. Til gjengjeld var den 0 % på rute 9. Tilslaget må sies å være tilfredsstillende på alle rutene.

Middelhøydene på hver rute og for de ulike behandlingsmåtene er satt opp i tabell I.

Ved revisjonen i 1933, dvs. tre vekstsesonger etter at plantene ble satt ut, var det meget stor forskjell på gjødslete og ugjødslete planter med omsyn til høyde. Variansanalyse (etter metoden for romerske kvadrater) viser at forskjellen mellom behandlingene U, M og K er tydelig signifikant, idet $0{,}001 < P < 0{,}01$.

Våren 1950, 19 vekstsesonger etter planting, er forskjellen fremdeles signifikant, men ikke så tydelig som sist, idet $0{,}01 < P < 0{,}05$.

Nå ble det jo den gang målt bare en tredjedel av plantene, dvs.



Gjødslingsforsøk, Svela i Bjerkreim 1930/31. *Manuring Experiment, Svela in Bjerkreim 1930/31.*
U = { Ugjødslet / *No manure* K = { «Trollmjøl» – Thomasfosfat / —«— + *Basic slag* M = { «Trollmjøl» / *Calciumcynamide (crude)*

for gjødslete ruter ca. 65 stkr. slik at det er litt tvilsomt om de nyttede middeltallene er helt representative for vedkommende ruter. Men endringen kan også være reell. Før denne revisjon var nemlig røsslyngen gått ut så å si over hele flaten. Etter all sannsynlighet har dette skjedd i løpet av den kalde og tørre barfrostvinteren 1946/47, da røsslyngen gikk ut over store strekninger på Vestlandet. Ved revisjonen 1950 fant en rester av røsslyngvegetasjon bare i de rutene der granene vokste best og delvis tok til å slutte seg, slik at det som da var igjen av lyng fikk le mot sol og vind. På de ennå helt åpne rutene med vesentlig småvoksen gran, var lyngen helt erstattet av gress, overveiende *Molinia coerulea*. Dette at granene på de ugjødslete rutene har mistet konkurransen med det tette lyngdekket, kan jo muligens ha ført til at forskjellen mellom gjødslet og ugjødslet midlertidig er blitt noe jevnet ut.

Ved siste revisjon 1955 er forskjellen mellom rådgjerder igjen tydelig en signifikant, med $0{,}001 < P < 0{,}01$. Hvis vi regner med gjennomsnittet av bare de 100 høyeste trær på hver rute, noe som svarer så noenlunde til det bestand en kommer til å bygge på i fremtiden, får vi også en viss signifikans,med $0{,}01 < P < 0{,}05$. Disse resultatene kan se noe uventet ut når en ser at den gjødslete rute 9 nå viser større middelhøyde enn en av M-rutene, og hvis vi regner med bare de 100 høyeste trær pr. rute, ligger den over hele to av M-rutene og en av K-rutene.

Dette kommer imidlertid av at analysemetoden skiller ut variansen mellom ruterader (1-2-3, 4-5-6 og 7-8-9) og mellom kolonner (1-4-7, 2-5-8 og 3-6-9). På denne måten elimineres en vesentlig del av den variasjon som skyldes ulikhet i bonitet. I vårt tilfelle er særlig variasjonen mellom rader meget stor og øker sterkt fra 1950 til 1955, idet særlig nederste rad viser stigende overlegenhet i forhold til de to andre. (I 1950 viser den 33 % større middelhøyde enn øverste og 16,3 % større enn midtre. I 1955 er de tilsvarende tall 41,5 % og 30,1 %). Mellom kolonner stiger middelhøyden fra venstre til høyre med kolonnen lengst til høyre som den overlegent beste både 1950 og 1955. Tallene viser at flaten har en sterk bonitetsøkning omtrent langs diagonalen 1-5-9 og at bonitetsspranget er størst fra rute 5 til rute 9. Den siste ligger jo i overlegent beste rad og ditto kolonne, og særlig i 1955 hvor overlegenheten hos nederste rad er særlig stor, må dette bonitetsspranget gi betydelig utslag. Rute 9 ligger således uten tvil i flatens aller beste hjørne med omsyn til jordbonitet. Dette viser seg også ved at det fantes et rikelig og frodig bjørkeoppslag her da flaten ble revidert i 1950. Noe liknende fant en ikke i noen av de andre rutene. Ikke desto mindre har rute 9 lavest middelhøyde i sin rad og i sin kolonne.

Hvis vi foretar en vanlig variansanalyse uten å skille ut variansen mellom ruterader og kolonner og rekner ut variansen mellom rådgjerder i forhold til variansen mellom ruter innen rådgjerder, får vi også en svak signifikans ($0{,}01 < P < 0{,}05$).

Ved siste revisjon var det vandret inn endel røsslyng igjen i de rutene der granplantene var lavest, altså fortrinnsvis rutene 1 og 5. På disse rutene var det en tett bunnvegetasjon med *Arctostaphylos uva-ursi, Empetrum, Vaccinium myrtillus, V. vitis idaea, Cornus suecica, Majanthemum biofolium, Molinia coerulea, Potentilla erecta, Pteridium aquilinium, Trientalis europea, Dicranum scoparium, D. undulatum, Hylocomium Schreberi* og *Polytrichum commune* som de vanligste artene. På de rutene som har størst middelhøyde er be-

standet nå på det nærmeste sluttet. Lyng- og urtevegetasjonen er derfor sparsom her med noen spredte eksemplarer av *Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Deschampsia flexuosa, Majanthemum bifolium, Potentilla erecta* og *Trientalis europea.* Mosedekket er derimot tett, med: *Dicranum scoparium, D. undulatum, Hylocomium loreum, H. splendens, H. Schreberi, Ptilium crista-castrensis* og *Plagiothecium undulatum.*

Som nevnt er det ikke nyttet samme planteavstand på gjødslete som på ugjødslete ruter. Dette er et usikkerhetsmoment ved sammenlikningen mellom trehøydene på gjødslet og ugjødslet mark i vårt tilfelle. På to av de tre ugjødslete rutene er trærne ennå ikke så store at det er noen nevneverdig konkurranse mellom dem innbyrdes. En skal likevel ikke se bort fra at kortere planteavstand *kan* føre til mindre plantehøyder, men på den andre siden skulle en tro at bunnvegetasjonen, i første rekke røsslyngen, vil gå fortere tilbake og derfor gi granplantene mindre konkurranse når planteavstanden er kortere. Alt i alt er det derfor ikke grunn til å tro at den ulike planteavstand har gitt synlige utslag i plantehøydene.

Ovenfor og på begge sidene av flaten er det plantet furuarter. Nedenfor er det lerkeplantninger. Trærne omkring flaten har i den første tiden vokst fortere enn granene. Lerkene er fortsatt meget høyere enn disse, og selv furuene er på høyde med gjennomsnittet av de høyeste granene. Grana har med andre ord stått i le av trærne omkring, og det er en tydelig kantvirkning på alle fire sidene, slik at høydene på granene stiger ut mot kanten av flaten, men med enkelte undertrykte trær i den aller ytterste raden. En må dog rekne med at kantvirkningen har gitt samme utslag for alle rådgjerder, med den forsøksanordning som har vært nyttet her.

Vi tør vel derfor si at forsøket viser oss følgende, for de forhold som rår på forsøksflaten:

1. Planteavgangen er blitt størst på den svakeste bonitet (mindre konkurransemuligheter overfor lyngen?), og det ser ut til at gjødslingen har øket tilslaget.

2. 100 gram Trollmjøl utstrødd om høsten i 1 m^2 store flekker har drept lyngen i flekkene.

3. Granplanter satt ut følgende vår, *en* plante i hver slik flekk, har vist tydelig bedre vekst enn kontrollplantene. — Ennå bedre har veksten antakelig vært når hver flekk dessuten har fått et tilskudd på 100 g Thomasfosfat.

4. Vekstforspranget hos de gjødslete plantene har vart ved i alle fall 25 år etter plantingen.

Tabell 1. Gjødslingsforsøk, Svela 1930/31 — Middelhøyde hos granplantene, cm.
Manuring experiment, Svela 1930/31 — Mean heights in spruce plants, cm.

Revisjoner *Revisions*	Rådgjerder *Treatments* / Rute nr. *Square No.*	Ingen gjødsling *No manure* 1	5	9	Middel *Average*	Trollmjøl *Calciumcyanamide* 3	4	8	Middel *Average*	D0. + Thomasfosfat *Do. + basic slag* 2	6	7	Middel *Average*
Sept. 1933	6 vekst-år *6 growth seasons*	16,9	17,7	20,4	18,3	25,7	25,7	29,0	26,8	26,1	28,1	27,6	27,3
Våren 1950 *Spring 1950*	22 vekst-år *22 growth seasons*	80,0	96,0	146,0	109,0	197,0	159,0	211,0	189,0	178,0	267,0	250,0	232,0
Høsten 1955 *Autumn 1955*	28 vekst-år *28 growth seasons*	139,0	181,0	320,6	220,1	340,2	283,6	393,2	338,7	360,1	444,8	468,8	424,2
—»—	100 høyeste trær *100 tallest trees*	199,7	272,9	489,0	320,5	460,8	374,6	506,5	447,3	455,2	556,3	595,6	535,7

Brantseg (1946, 1954) har tidligere fått positivt utslag etter gjødsling, bl. a fosfatgjødsling, på lyngmark på Vestlandet, men disse forsøkene er ennå for unge til at en kan slutte noe om hvor varig utslaget vil være. Etter det en kan dømme etter britiske forsøk (Zehetmayr 1954), tør dette sikkert avhenge meget av markboniteten.

På de beste lyngmarkene tør gjødsling kanskje være overflødig. I alle fall tyder Svela-forsøket på at utslaget på boniteten kan være vel så sterkt som utslaget etter gjødslingen. Bonitetsutslaget ser ut til å øke sterkt med tiden, etterat plantene er over de første kritiske årene, som gjødslingen hjelper dem over.

Litteratur.

Birkeland, B. J. (1936): Mittel und Extreme der Lufttemperatur. Geofysiske Publikasjoner Vol. XIV, No. 1, 156 s. Oslo.

Brantseg, Alf (1946): Granas veksthemning. I: «Skogen og Klimaet.» 10 foredrag holdt på den skogsmeteorologiske studieuke ved Bergens Museum 27.–30. mars 1946. Utg. av Bergens Museum.

— (1954): Planting på lyngmark på Vestlandet. Skogbrukeren 1954 s. 161–168.

Kolderup, Carl Fred. (1914): Egersund, Fjeldbygningen inden Rektangelkartet Egersunds Område. Norges Geografiske Undersøkelse. Nr. 71, s. 1–60.

Zehetmayr, B. A. (1954a): Experiments in Tree Planting on Peat. Forestry Commission Bulletin N0. 22. 109 s.

— (1954b): Skogsgödsling i Storbritannien. Växtnäringsnytt. 10 årg. h. 2.

A 25 Years Old Manuring Experiment with Norway Spruce on Calluna Heath-land in Western Norway*

*Håkon Robak og Knut Nedkvitne**

The experiment described is supposed to be the first of its kind in Norway. It was laid out autumn 1930 at Svela in Bjerkreim by late Mr. Jonas Nilsen, then assistant silviculturist at Vestlandets forstlige forsøksstasjon, at the request of and partly following the suggestions of Mr. H. E. Hognestad, consultative of the fertiliser manufacturers Odda Smelteverk A/S.

The experimental plot rests on a chiefly granitic moraine and exhibits a faintly podsolized soil with a peaty, dark-brown mor layer of varying thicknes (max. 6 cm.) and a humus-containing dark-grey A_2 horizon. Acording to evidence given by the planters, together with the present appearance of the tree-less heath in the close vicinity, the authors conclude the original vegetation of the experimental plot has ben *Calluna vulgaris* (high and vigorous) with an admixture of a few low-scrubs, grases and herbs (see p. 406) and in the lowest corner some bracken, most probably. On this type of field Norway spruce will suffer from a transient growth restriction of varying duration, not a persistent check however.

The annual precipitation of the region is estimated to be ab. 2000 mm. and the mean temperature June—September ab. 12,7°C.

The plot itself forms a 3×3 latin square, area 0,45 ha. Its topography is demonstrated on fig. 1. The subsquares No. 2, 3, 4, 6, 7 and 8 were given a top dressing of «Trollmjøl», 100 g. pr. each of 196 circular patches 1 m^2 wide. «Trollmjøl» is a finely ground, crude calcium cyanamide (20 % N and 60 % CaO). In the subsquares No. 2, 6 and 7 each patch received an additional top-dressing of 100 g. basic slag.

Planting was performed the following spring (1931) with 2/1 plants of Norway spruce, in the manured subsquares one plant pr. patch, that is a somewhat wider spacing than used in the control squa-

*Resp. director of and assist. silviculturist at the Forest Research Inst. of West-Norway.

res. This disconformity is discussed and considered by the authors to be of negligible importance in this case.

Plant heights have been measured autumn 1933, spring 1950 and autumn 1955. Results are given in Tbl. 1. 1933 and 1955 the total of plants were measured, 1950 every third plant only.

Analysis of variance (bilateral and rest variance) demonstrates significant differences in growth «between treatments» all three years. 1950 significance is somewhat lower than 1933 and 1955, possibly because of the lower number of plants measured. Another explanation may be, however, that 1950 nearly the whole plot was without heather, a consequence most probably, of the extremely cold and dry black-frost winter 1946/47 during which the heather was killed in extended areas of Western Norway. *Calluna* had been replaced chiefly by *Molinia*. In 1955 the first named had reinvaded the subsquares exhibiting the poorest growth while approaching canopy had prevented *Calluna* growth on the better squares.

The variances between columns and between rows of subsquares disclose a considerable variation in soil fertility along the diagonal 1-5-9, the control square No. 9 occupying the very best corner of the plot. This conclusion is supported by the fact that, gradually, this square exhibited an abundant natural regeneration of birch *(Betula pubescens)* which did not otherwise occur on the plot. (1930 birch was absent all over, owing to sheep grazing going on till some years before planting. Even 1942 birch was not observed by a routine examination made by the senior author!)

The experiment tells that the amount of calcium cyanamide used killed the heather within the treated patches. The said dressing alone — or perhaps still more when combined with basic slag — has favoured the growth of Norway spruce plants considerably. The effect is significant even 25 years after planting.

However, within this experiment the effect of varying soil fertility has been almost as great as that of the treatments. Where abundant natural birch regeneration has invaded the area, growth without dressing has been satisfactory and even better than in certain of the manured squares showing no such regeneration. The effect of soil quality evident already before birch appeared, has become still more pronounced with increasing age of the plants.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

TOLLEF RUDEN

Arvelige dvergformer av furu *(Pinus silvestris* L.*)* fra Skjåk, Gudbrandsdal

Abnormal Types of Scots Pine (Pinus silvestris L.) from Skjåk, Gudbrandsdal

Innhold.

Forord 417
Hvordan forekomsten ble funnet 419
Beskrivelse av defekte former fra det opprinnelige voksestedet i Skjåk 421
Avkommet av Skjåk-furuene på Matrand 428
Forekomster av arvelig defekt furu fra andre steder i Europa 429
Mulige forklaringer på hvordan den misdannete Skjåk-furua er oppstått, om sammenheng med andre liknende forekomster, samt den forstlige betydning 431
Sammendrag 434
Litteratur 438
Abnormal types of Scots pine (Pinus silvestris L.) *from Skjåk in Gudbrandsdal* 440

Forord.

Dette arbeide bygger i det vesentligste på et proveniensforsøk planlagt og plantet ut våren 1940 ved professor Erling Eide. Forsøket er et ledd i et internasjonalt proveniensforsøk. Det er lagt ut på Matrand, nær Kongsvinger. (Se kartskisse, fig. 28, side 438.)

Foruten professor Eide, vil jeg få nytte høvet til å takke disse for verdifullt bidrag til dette arbeidet:

Kjøpmann Kristen Aanstad, Sjåk
Kand. real. Inger Aass, Oslo
Fylkesskogsjef K. Fønhus, Gjøvik
Herredsskogmester I. E. Jensen, Skjåk
Gårdbruker Ola Kvalheim, Skjåk (eier av Aurmoen)
og almenningsbestyrer Einar Sandbakken, Skjåk.

Oversettelsen av sammendraget og figurtekster er utført av translatør Mrs. D. Johnsen, Hølen.

Hvordan forekomsten ble funnet.

I august 1952 gjorde professor ERLING EIDE og forfatteren en befaring av et furuproveniensforsøk plantet 1940 på Matrand. Vi la da merke til at alle rutene med proveniens Skjåk hadde gitt et spesielt dårlig resultat. Proveniensen var brukt som standard og fantes på i alt 12 forsøksparseller, tilfeldig fordelt på hele feltet. Når denne proveniensen var brukt som standard, skyldtes det at man under de vanskelige arbeidsforhold vi hadde under krigshandlingene i Norge denne våren, måtte nøye seg med det som kunne skaffes. Ved befaringen i 1952 ble alle parsellene, i alt 107, gjennomgått. Hver parsell har 13 × 15 planter i planteavstand 1,3 meter. Da vi hadde sett på de første av Skjåk-parsellene, var vi ennå noe i tvil om vi hadde foran oss et miljøfenomen årsaket av tilfeldige omstendigheter ved utplantingen, eller om det virkelig var et utslag av arvelige egenskaper ved det Skjåk-frøet som var brukt. Etter hvert som vi kom til nye Skjåk-parseller, ble vi stadig mere overbevist om at vi hadde foran oss furu med arvelige defekter. Enkelte av proveniensene fra Mellom-Europa var nok også temmelig storkvistete og krokete, men ikke verre enn at de kunne klassifiseres som normal furu. Skjåkfuruene utmerket seg, foruten ved å ha gitt et særskilt dårlig tilslag, ved en rekke helt unormale, monstrøse former. Vi kunne til slutt med letthet kjenne igjen Skjåk-furuparsellene allerede på avstand.

Av notatene fra anlegget av forsøket gikk det fram at plantene for standardparsellene var levert fra Oppland Fylkes planteskole, Gjøvik. De var oppdratt etter frø, høstet våren 1937 i Skjåk, høydelag 200—400 m. Etter opplysninger fra fylkesskogsjef K. FØNHUS var frøet samlet inn ved kjøpmann KRISTEN AANSTAD, Skjåk. Da det meste av Skjåk herred ligger over 400 m og han hadde fått beskjed om å skaffe noe frø fra høydelag 200—400 m, var AANSTAD henvist til å sanke dette frøet like ved øvre ende av Ottavatn. I januar 1953 ble det gjort en reise til Skjåkdalføret. Formålet var å undersøke nærmere

Fig. 1–10. Forskjellige typer av furu fra Aurmoen i Skjåk. *Various types of Scots pine from Aurmoen at Skjåk.*

hva slags furu det var som hadde gitt et så merkelig avkom. Det viste seg da at nettopp det området frøet for proveniensundersøkelen var samlet fra, var bevokset med mere eller mindre misdannete furutyper.

Beskrivelse av defekte former fra det opprinnelige voksestedet i Skjåk.

I Skjåk almenning, som ligger i Øvre Skjåk, ovenfor og vestenfor den eldste og tetteste bebyggelsen, er furuskogen helt normal og av en særskilt pen type. Her er misdannete furuer like sjeldne å treffe på som i vanlige øst-norske skoger. Ved Nordberg, ca. 13 km vest for øverenden av Ottavatn, finnes enkelte spredte, opplagt unormale furuer. Herfra og ned gjennom dalen øker hyppigheten av misdannete furuer jevnt til den når sin klimaks på Aurmoen, like ved Ottavatn og nær Skjåks tetteste bebyggelse. Unormal furu finnes både nord og sør for hovedvassdraget, men fortsetter lengst østover i den smale skoglia mellom bebyggelsen og skoggrensen i «Solsida», nord for Ottavatn (se fig. 11).

På Aurmoen, et nes mellom elvene Otta og Aura, finnes et område

Fig. 11. Fra «Solsida», den sydvendte lia i Skjåk, nord for øvre ende av Ottavatn. I den smale skoglia mellom fjellet og dyrket mark finnes meget misdannet furu. *From «Solsida», the southward-facing slope at Skjåk, north of the upper end of Ottavatn. On the narrow, wooded slope between the mountain and the cultivated field are found a large proportion of misshapen Scots pines.*

Fig. 12. Fra Aurmoen. Ca. 70-årig bestand. *From Aurmoen. Approximately 70-years-old stand.*

på vel 20 hektar, hvor de fleste av furuene er mere eller mindre misdannet. I fig. 1—10 vises tegninger (etter fotografier) av noen av de mest typiske formene. Fig. 12—16 viser fotografier av andre individer. Foruten de helt monstrøse typene i fig. 2—9, kan det her vises til fig. 1, en ca. 20 år gammel ungfuru, som på tross av at den er vokset helt fritt opp, er usedvanlig rett, fingreinet og smalkronet. I avkommet fantes også et eksemplar av denne typen. Se fig. 25, sammenliknet med vanlige pene furutyper i figurene 26 og 27. Den vanligste typen på Aurmoen var noe i retning av fig. 5, 6 og 9. De fleste furuene på Aurmoen er mellom 80 og 100 år gamle. Et mindre felt som ble brent for vel 20 år siden, har yngre trær. Fig. 10 viser en vanlig type av disse. En mindre vanlig varietet fra Aurmoen svarer temmelig nøye til den av T. Arnborg beskrevne «kvasttallen» *(P. silvestris f. condensata).* (Fig. 3, 4, 7, 8 og 13). Som det vises av disse figurene, var det også innenfor «kvasttall»-typen tydelige variasjoner, fra kuleformer som fig. 4 og 7, til cypressliknende former som fig. 3 og 13. De misdannete furuene som finnes ellers i Skjåk, tilhører stort sett de samme typene som dem som er beskrevet fra Aurmoen. For-

Fig. 13. Fra bestandet på Aurmoen. Ca. 70-årig bestand. En sypressform omtrent lik densom er avbildet i fig. 3. *From the stand at Aurmoen. Approximately 70-years-old stand. A cypress-form similar to that illustrated in fig. 3.*

uten at de unormale formene de fleste steder ellers er mindre hyppige, er de også mindre dominerende i skogbildet fordi jordbunnen er bedre. Jordbunnen på Aurmoen består mest av grov, næringsfattig grus, som i sammenheng med det meget tørre klima, gir en ytterst ugunstig vekstplass. På god jord vil hver av de normale furuene undertrykke et stort antall av de arvelig defekte. Den formen av defekte furuer som lettest synes å konkurrere med de normale på god mark, er «kvasttallene». Av disse finnes det mange store og dekorativt sett vakre eksemplarer i skogbeltet ovenfor Solsida.

Fig. 14. Ca. 100 år gammel furu fra Aurmoen. *Approximately 100-ears old Scots pine from Aurmoen.*

Fig. 15. Kryp- og busk-former fra Aurmoen. Ca. 70 år gamle furuer. *Creeping- and bush- forms from Aurmoen. Approximately 70- years- old Scots pines.*

Av de utallige defekte furuformene fra Skjåk er det, foruten «kvast-tall», enda en kjent type fra litteraturen som det finnes adskillige eksemplarer av, nemlig den av E. HAUSENDORFF (HAUSENDORFF 1952) beskrevne paraplyfuru («Schirmkiefer»). Fig. 2 og fig. 17 viser eksempler på denne type. Fig. 17 er tatt ca. 5 km vest for Aurmoen, på Bismoen, utenfor Mogården Gjestgiveri. Furua til høyre er utvilsomt arvelig defekt, men synes å ha vokset helt normalt til ca. 3 meters høyde. I sin utførlige beskrivelse av «kvast-tallen» skriver ARNBORG bl. a.: «Uppland är kvast-tallens egentliga utbredningsområde». Fra

Fig. 16. Furu av nesten normal type. Aurmoen. Ca. 70 år gammelt bestand. *Scots pine of almost normal type. Aurmoen. Approximately 70-years-old stand.*

Fig. 17. Fra Bismoen Skjåk. Bildet er tatt ved nordvestlige yttergrense for forekomsten av misdannet furu. Det viser en normal furu, samt en paraplyform som i yngre år har vært rett og enstammet. *From Bismoen, Skjåk. The picture is taken at the north-west outer limit of the district with misshapen Scots pine. It shows a normal pine, together with an umbrella-shape which in earlier years has been straight and single-stemmed.*

Sverige og Norge ellers beskriver han noen ytterst få eksemplarer. I sin alminnelighet må denne typen derfor regnes som en stor sjeldenhet. I Skjåk finnes det hundrevis av dem. Likedan er det med paraplyfuruene. Hvor sjelden denne er f. eks. i Tyskland, skulle gå frem av følgende sitat fra HAUSENDORFF: «Das Auffinden der Schirm-

Fig. 18. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. Krypform fra avkommet av Skjåk-furu. *From the provenience experiment at Matrand, 1940. Creeping form from the progeny of the Scots pine at Skjåk.*

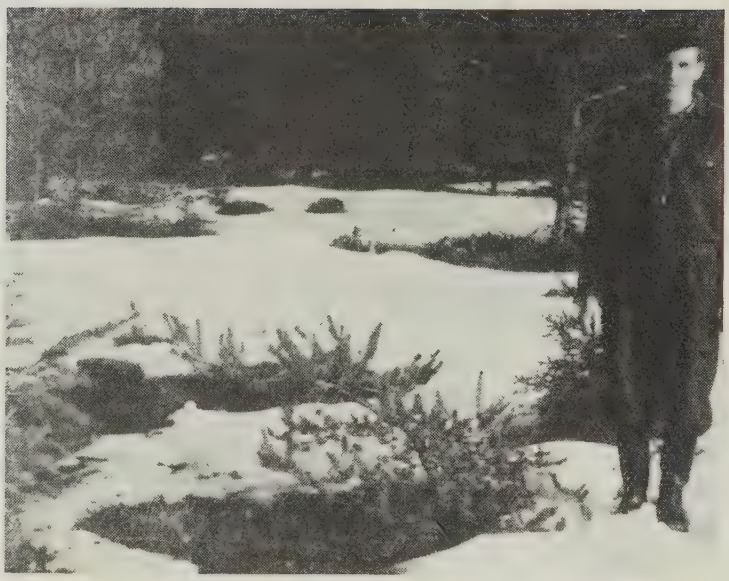


Fig. 19. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. Skjev krypform fra avkommet av Skjåk-furu. *From provenience experiment at Matrand, 1940. Distorted, creeping forms from the progeny of the Scots pine at Skjåk.*

Tabell 1.

	Parsell nr. *Plot No.*												Sum	% av 418 *Percentage of 418*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Normale planter *Normal plants*	13	20	24	12	24	7	11	2	7	56	14	16	206	49
Krypende dvergplanter *Creeping and dwarfed plants*	8	9	9	10	9	6	3	1	4	12	3	3	77	18
«Kvast-tall»-type «*Broom-pine»-types*	2		2			2	1		1	5	1	3	17	4
Skjeve, buete planter *Slanting, bowed plants*	1				1	1			1	9	4	2	19	5
Andre, svakere, men likevel tydelig misdannete former *Other, not so much, but still significantly misshapen types* ..	10	7	6	6	4	6	4	3	10	31	6	6	99	24
Sum levende planter av 195 stk. *Sum, surviving plants out of 195*	34	36	41	28	38	22	19	6	23	113	28	30	418	100

Viser antallet av misdannete furuer på hver av 12 forsøksparseller fra proveniensforsøket på Matrand. På hver parsell var plantet 195 planter med planteavstand 1,3 meter. Talt opp høsten 1953.

The table shows an enumeration carried out in the autumn of 1953 in the provenience experiment at Matrand, of abnormal shapes of Scots pine from Skjåk, on each of 12 separate plots. On each plot 195 plants have been set out. Spacing was 1.3 m.

Fig. 20. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. Sterkt oppdelt kuleform fra avkommet av Skjåk-furu. *From provenience experiment at Matrand, 1940. Split, globular form from the progeny of the Scots pine at Skjåk.*

kiefer war mir ein Erlebnis, ein mit Erstaunen wahrgenommener, überraschender Anblick. Nur einmal in meinem Leben war mir bis dahin eine solche Kiefer begegnet».

Fig. 21. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. «Kvast-tall» fra avkommet av Skjåk-furu. *From provenience experiment at Matrand, 1940. «Broom-pine» from the progeny of Scots pine at Skjåk.*

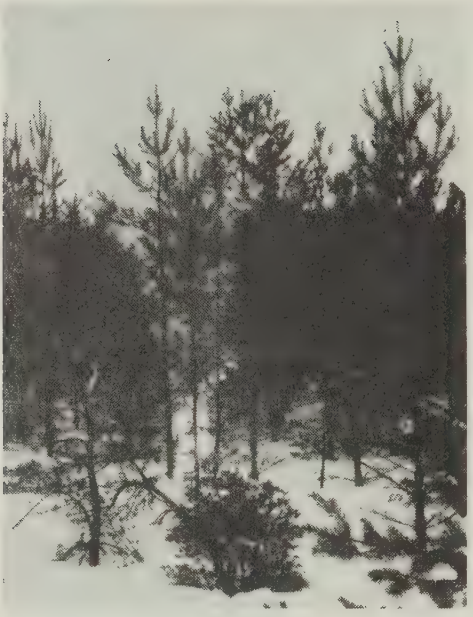


Fig. 22. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. I forgrunnen kuleformet «kvast-tall» fra avkommet av Skjåk-furu. I bakgrunnen en annen proveniens, Voxna fra Sverige. *From provenience experiment at Matrand, 1940. In the foreground, globular «Broom-pine» from the progeny of Scots pine at Skjåk. In the background is shown another provenance, that of Voxna, in Sweden.*

Avkommet av Skjåk-furuene på Matrand.

Blant avkommet på Matrand fantes det stort sett de samme typene som beskrevet fra Skjåk. Figur 20, 21 og 22 viser typiske «kvast-taller». Fig. 18 viser en krypfuru uten noe tilløp til stamme, tilsvarende fig. 9 og 10. Figur 19, 23 og 24 viser de vanligste formene for misdannet furu i avkommet på Matrand. De tilsvarer rimeligvis de

Fig. 23. Fra proveniensforsøket ved Matrand, anlagt 1940. Typisk form fra avkommet av Skjåk-furu. *From provenience experiment at Matrand, 1940. Typical form of progeny of Scots pine at Skjåk.*

vanligste defekte formene fra Skjåk. Noen paraplyformer fantes, som rimelig er, ikke blant så unge trær. Det er rimelig at en del av de Skjåk-furuene i proveniensforsøket som nå er reknet som normale, senere vil gi paraplyformer. Tabell 1 viser en oppstilling av antall defekte former som høsten 1953 fantes på hver av 12 parseller med Skjåk-furu i proveniensforsøket på Matrand. Blant dem som er reknet som normale, finnes mange temmelig storkvistete, stygge furuplanter, som allikevel ikke er verre enn at de kunne finnes i en vanlig furuplantning. Foruten de formene som allerede er beskrevet, fantes blant avkommet av Skjåk-furuene på Matrand et eksemplar som utmerket seg ved at den hadde tett med adventiv-skudd mellom kvistkransene. Ellers så den ut nærmest som den mere enn normalt slanke og fingreinete ungfurua i fig. 25.

Forekomst av arvelig defekt furu fra andre steder i Europa.

Lokalraser av furu med en stor hyppighet av arvelig bestemt misdannete individer er kjent i forstlitteraturen fra gammelt av. I Sverige gjorde E. Hemberg allerede like etter århundreskiftet (Hemberg 1904) oppmerksom på steder i Syd-Sverige med påfallende mange, forstlig sett mindreverdige furutyper. Senere svenske arbeider anerkjenner stort sett Hembergs oppfatning av at de misdannete typene kan være bestemt av uheldige arveanlegg og at de bør unngåes i

Fig. 24. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. Typisk form fra avkommet av Skjåk-furu. *From provenience experiment at Matrand, 1940. Typical form of progeny of Scots pine at Skjåk.*

skogkulturarbeidet også på disse lokalrasenes hjemsteder. (Lindquist 1945, Johnsson, Persson og Eriksson 1956). Nils Sylvén (1916). beskriver i sin monografi «De svenska skogsträden» flere av de typene som kjennetegner Skjåk-furuene. I Uppland, Sverige, spesielt i de ytre kyststrøkene mot Østersjøen, er det kjent en lokalrase av furu med mange defekte individer. Denne «Upplandstallen» er nevnt av Lindquist (1945), beskrevet av Tore Arnborg (1946) og L. Nordstrøm (1954). I beskrivelsene av «Upplandstallen» kan flere av furutypene fra Skjåk kjennes igjen. Fra Frankrike har G. Fabre (1904) beskrevet en rase, «la race des Causses», som han mente hadde gitt et forstlig mindreverdig avkom med de samme defekter som han fant hos bestandet selv. Fra Tyskland finnes en rekke beskrivelser av spesielt krokete og misdannete furutyper fra slettelandet omkring Darmstadt («Darmstädterkiefer»). At denne typen er arvelig sett mindreverdig med hensyn til stammeformen, viser resultatene fra en rekke proveniensforsøk (Sivers 1914, Munch 1924 a og b, Wiedemann 1930, Vanselow 1933, 34 og 36, Meyer 1939 og Schmidt 1943). «Darmstadtfurua» er slenget, kløftet og storkvistet, men ellers vekstkraftig. Den gir ikke så forkrøplete trær som de før nevnte lokalraser. Fra Schweiz beskriver H. Burger (1931) i forbindelse med et arbeide om Englers proveniensforsøk en rase fra Bonaduz i kantonen Graubünden. Denne rasen hadde en mengde forkrøplete furuer på hjemstedet og hadde et avkom som var sterkt preget av de samme defekter. Mortrærne i Bonaduz vokste på tørr, næringsfattig grus som på Aurmoen. Forekomsten av slike lokalraser med misdannet furu synes å gi en nær analogi til de «vrange bøge», som blant andre Oppermann (1909) har beskrevet fra Danmark.

Dette er ikke første gang det er beskrevet misdannet furu fra Øvre Gudbrandsdal. I sin reisebeskrivelse fra Norge beskriver den kjente forstmann, grev Chr. D. F. Reventlow (1811), i dagboken for 7. juli 1811 en forekomst av defekt furu på vei fra Dovre ned mot Fron, altså nettopp der Otta-dalføret møter hoveddalføret. Han skriver om denne furua: «Undervejs saae ieg endeel meget krumt opvoxne Fyr, om hvilke ieg har den Formodning, at de ere en egen Art og mueligen den i Tydskland saakaldte Krumholtz Kiefer». F. W. Neger (1913 og 14) har skrevet om en reise i Sverige og Norge, der han beskriver en forekomst med påfallende forkrøplet furu på turen Oslo—Skjåk—Sogn. Han angir stedet for forekomsten til å være i nærheten av «Polfoss». Beskrivelsen tyder på at det kan være Skjåk-furu som er beskrevet.

Mulige forklaringer på hvordan den misdannete Skjåk-furua er oppstått, om sammenheng med andre liknende forekomster, samt forstlig betydning.

Skjåk strekker seg fra Ottavatn, som ligger 362 m. o. h., og vestover opp gjennom Otta-vassdraget. Aurmoen ligger såvidt under 400 m. o. h. Bismoen, ca. 6 km lenger vest, ligger på 403 m. Skoggrensen ligger de fleste steder mellom 900 og 1000 m. o. h. Klimaet er kontinentalt og meget tørt. Årlig nedbør i Skjåk hovedsogn er 291 mm. Kunstig vanning er en forutsetning for jordbruket på mange av gårdene, spesielt i Solsida, nord for Ottavatn. Det faller naturlig å sette forekomsten av de defekte formene i Skjåk i sammenheng med det tørre klima, blant annet fordi det synes å være flest av dem på de aller tørreste vekstplassene. Hadde ikke avkomforsøket vist klart at defektene var arvelige, hadde det vært nærliggende å tenke på en direkte miljøvirkning, årsaket av vind, dårlig vekst og tørkeskader. En normal utvikling av furua er at krona er spiss og tydelig enstammet i ungdommen og så lenge treet vokser godt. Etter hvert som furua blir gammel, blir krona mere avrundet, noen ganger helt flat, sterkt forgreinet og uten tydelig hovedakse i toppen. At denne avrundingen ikke er et egentlig aldersfenomen, men har direkte sammenheng med den langsommere vekst, viser enkelte av våre forsøksflater. Her har de avrundete kronene på eldre furuer fått igjen sin spisse form med tydelig hovedakse etter tynning eller andre tiltak som har bedret veksten. Denne helt normale vekstutvikling hos furu kan være medvirkende til at skogen på en så utpreget tørr og mager vekstplass som Aurmoen har fått avrundete kroner, dårlig utviklet hovedakse og sterk forgreining tidligere og i mindre høyder enn på gunstigere vekstplaser. Den gir imidlertid ingen forklaring på hvorfor det er skjedd en seleksjon av arvelige egenskaper som bidrar til å forsterke den rene miljøvirkningen.

De tørreste partiene av Skjåk ned mot Ottavatn er imidlertid også de som er tettest bebygget og som har den eldste bebyggelse. Denne trakten har vært bebygget i over 1000 år. (Kleiven 1915 og Slåstad 1956). Det kan da være nærliggende å tenke på en seleksjon på grunn av menneskelig virksomhet. Det er lite sannsynlig at hogst av tømmer kan ha hatt noen særlig betydning. Furuene setter både hanblomster og kongler lenge før de er nyttbare til dette bruket. Etter de opplysninger som ble gitt i Skjåk, og som finnes i Ivar Kleivens bygdebok (1915) fra Lom og Skjåk, er det imidlertid andre former for virksomhet som kan ha bidratt til en meget effektiv seleksjon. I tidligere

tiders nødsperioder har det vært meget alminnelig å nytte innerbarken av furu som tilsetning til brødmjølet. Ifølge R. NORDHAGEN (1954) er det nettopp småfuru som ble brukt, og bare trær med slank, finkvistet og rett stamme. Slike trær som de mest typiske defekte furuene kunne slett ikke brukes. Det er rimelig å anta at det gikk hardest ut over skogen nærmest bebyggelsen og slike magre moer der skogen bruker lang tid på å nå utover den dimensjon som passet til barkebrød. Andre ting som kan ha bidratt til en begunstigelse av lågvoksen og kronglet furu, er hardt beite av kuer og småfe tidlig om våren og bruken av furubar til vinterfor. Likedan kan skogbranner langt tilbake i tiden ha hatt betydning. Etter skogbrann i disse traktene dekkes marka ofte helt av orekratt. Når furuskogen vandrer inn igjen etter oreskoggenerasjonen, skjer det som spredte individer som vokser opp uten konkurranse fra andre furuer. Selv en svak seleksjon vil i slike tilfeller, sammen med innavl, kunne fremelske sjeldne, monstrøse former.

Krysningsforsøk med furua har vist at den er selvfertil i ganske høy grad og at selvbestøvning gir utspaltning av forskjellige misdannete former (DENGLER 1932 og 1939, SCAMONI 1950, L. P. V. JOHNSON 1953 og PLYM FORSHELL 1953). En slik «innavlsdegenerasjon» er også vist hos andre treslag, bl. a. gran (LANGLET 1941). Det er derfor rimelig at anleggene for misdannelsene er tilstede i alle furupopulasjoner som resessive anlegg. For å komme til uttrykk i individene, må vi forutsette at flere slike resessive anlegg må opptre homozygot i sjeldne kombinasjoner. Et svensk arbeide om klorofyllmutasjoner hos furu (EICHE 1955) synes å vise at det også på dette felt finnes mere eller mindre utbredte defektgener i furupopulasjonene. Slike sjeldne kombinasjoner av homozygote defektanlegg kan ytterst sjelden komme til syne i vanlig skog. De som fremkommer, blir dessuten lett utkonkurert allerede som småplanter. Hvis derimot naturforholdene og menneskelig virksomhet gir en meget kraftig seleksjon i flere generasjoner til beste for defektanleggene, vil sannsynligheten for de normalt sjeldne kombinasjonene øke i stadig stigende grad.

Ut fra rent forstlig synspunkt må vi kunne dra den slutning av det som her er nevnt, at vi må være forsiktig med å sanke frø til bruk for skogkultur av furubestand med stor hyppighet av misdannete former. For Skjåks vedkommende bidro våre undersøkelser til at frøsankingen til skogkultur fra nedre deler av bygda ble stoppet. På grunn av det tørre, varme klimaet bærer furua her regelmessig et godt frø. Krypfuruene har rikelig med store, gode kongler, som er lette å sanke. Selv om slikt furufrø, etter avkomforsøket på Matrand, gir

helt ubrukbare furukulturer til forstlig bruk, kan frø, f. eks. fra Aurmoen, få betydning for bruk til parktrær. Som det skulle vises av tegninger og fotografier, er de sjeldne og merkelige formene meget dekorative. De skulle lett kunne sorteres ut i planteskolen i 4–5 års alder.

To norske arbeider (BØRSET 1952 og OPSAHL 1949) viser at det kan bli brukbar skog etter frø av misdannet furu fra spesielt utsatte kystlokaliteter. OPSAHL omtaler en allé på Lista av spesielt krokete og storkvistete trær som hadde gitt en ungskog av rettstammete, godt brukbare trær etter naturlig foryngelse. BØRSET behandler et forsøk anlagt av AGNAR BARTH med avkom av utsøkt forkrøplete furuer fra spesielt utsatt kystskog på Hvaler. Til sammenlikning var det plantet avkom av normal furu fra samme skog. Begge deler ga et like brukbart avkom. O. J. LUKKALA (1952) har vist fra Finnland at avkom etter lågvoksen furu på næringsfattig myr ikke blir dårligere enn fra skogen på fastmarka omkring. Selv om alle disse arbeidene viser at forkrøplet furu fra spesielle miljøforhold kan gi et brukbart avkom, vil det være klokt å rekne med at det også i slike tilfeller kan bli utslag av arvelige defekter. I plantninger der det startes med et forholdsvis lite individantall, kan bare et lite antall defekte stammer bidra til å senke

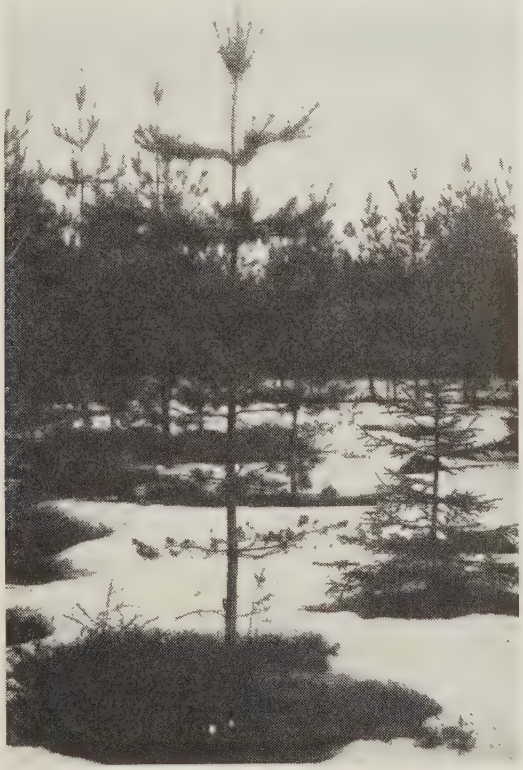


Fig. 25. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. Spesielt rettstammet og fingreinet, fritt oppvokset ungfuru fra avkommet av Skjåkfuru (se fig. 1). *From provenience experiment at Matrand, 1940. Particularly straight-stemmed and slender-branched, freely grown young Scots pine from the progeny of Skjåk pine (see fig. 1).*

Fig. 26. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. Proveniens Voxna, fra Sverige. *From provenience experiment at Matrand, 1940. Provenance Voxna, Sweden.*

skogens produksjonsverdi i merkbar grad. At furu i sin alminnelighet viser tydelige individuelle arvelig bestemte avvikelser med hensyn til greinvinkel, greintykkelse og slankhet av stammen, er vist i Sverige ved et klonforsøk beskrevet av Bo Nilsson (1956).

Som tidligere nevnt, finnes det blandt de rent defekte typene hos Skjåk-furua også enkelte spesielt rette og fingreinete individer (Se fig. 1 og 25). Dette tyder på at det blant de sjeldne anleggene som er utspaltet i denne forekomsten og dens avkom, også finnes verdifulle anlegg, brukbare for fremtidens planteforedlingsarbeide. Inger Aass (1956) har gjort en cytologisk analyse av flere typer blant Skjåk-furuene. Hennes analyser viser at det blant disse også finnes unormal celledeling som kanskje kan nyttes i foredlingens tjeneste.

Sammendrag.

Det er gitt en beskrivelse av en forekomst unormale typer av vanlig furu *(Pinus silvestris* L.) fra Skjåk i Gudbrandsdal. Forekomsten ble oppdaget gjennom en studie av avkommet. Planter etter frø

Fig. 27. Fra proveniensforsøket på Matrand, anlagt 1940. Proveniens Hamar, Norge. *From provenience experiment at Matrand, 1940. Provenance Hamar, Norway.*

fra nedre Skjåk var tatt med i et proveniensforsøk anlagt våren 1940 av professor ERLING EIDE ved Matrand, like sydøst for Kongsvinger. Under revisjon av forsøket sommeren 1952 ble det oppdaget at denne Skjåk-proveniensen hadde gitt et spesielt dårlig resultat. Parsellene med denne proveniensen hadde alle forholdsvis få overlevende planter. Blant de få gjenlevende var det en uforholdsmessig høy prosent misdannete trær.

Det ble skaffet til veie nøyaktige opplysninger om når frøet var samlet og hvem som hadde stått for innsamlingen. Innsamleren kunne vise området der frøet var samlet. I denne trakten finnes mer eller mindre dvergformet og misdannet furu over et areal på flere hundre hektar. På Aurmoen, like nordøst for øverenden av Ottavatn er storparten av furuene misdannet.

Figurene nr. 1—10 viser forskjellige furuformer fra Aurmoen. Merk fig. 1, som viser en mere enn normalt smalkronet og fingreinet ungfuru. Figur 11 viser det smale skogbeltet i den sydvendte lia på nordsiden av Ottavatn, øst for Aurmoen. I denne lia finnes overalt misdannete furutyper av samme slag som på Aurmoen. Furutypene har stort sett en dårlig form, men det finnes også helt rettstammete

og finkvistete individer. De helt misdannete typene utgjør 20–60 prosent av treantallet. Fig. 12–16 viser fotografier fra Aurmoen. Fig. 17 viser en normal og en paraplyformet furu fra Bismoen, ca. 5 km vestenfor Aurmoen og ved vestre grense for området med forkrøplet furu. Fig. 18–25 viser prøver av avkommet på Matrand. Merk fig. 25, som viser en fritt oppvokset smalkronet og fingreinet type, omtrent maken til fig. 1 fra Aurmoen. Fig. 26 viser furu fra Voxna i Sverige, og fig. 27 viser furu fra Hamar-trakten, begge fra proveniensforsøket ved Matrand. Tabell 1 viser en opptelling utført høsten 1953 i proveniensforsøket på Matrand av unormale former på i alt 12 adskilte parseller med furu fra Skjåk. Tabellen viser at over halvparten av det gjenlevende planteantall tydelig er misdannet. De avvikende formene tilhører ikke noen bestemt type. Den av T. Arnborg beskrevne «kvasttallen» *(Pinus silvestris f. condensata)* utgjør 4,1 % av gjenlevende avkom.

I øvre deler av Skjåk, ovenfor den eldste og tetteste bebyggelsen, er furuskogen helt normal og av spesielt god kvalitet. Misdannete former er like sjeldne her som i vanlig øst-norsk furuskog.

Skjåk ligger vel 400 m. o. h. og hører til de tørreste klimaområder i Norge. I T. Slåstads arbeide i dette hefte «Tree-ring analyses in Gudbrandsdalen» er klimaet nærmere beskrevet. Spesielt tørre er de lokalitetene hvor de misdannete furuformene er mest alminnelig. Den seleksjonseffekt som har ført til utforming av de arvelig bestemt misdannete furuformene i Skjåk, har sannsynligvis noe å gjøre med det ekstremt tørre klimaet. Skjåk og Lom har over 1000 år gammel bebyggelse. Det kan derfor heller ikke sees helt bort fra at også menneskelig virksomhet kan ha bidratt til seleksjonen. I tidligere tiders nødsperioder har det vært meget alminnelig i disse traktene å bruke bark av ung, rettvoksen furu til innblanding i brødmjølet. Kronglet, kvistet furu er ikke brukbar til dette formålet. Likedan kan sau- og geitbeitet ha bidratt til at krypende, sterkt kvistete trær kan ha blitt begunstiget. Bruk av furubar til fôr om vinteren kan ha trukket i samme retning. Likedan kan skogbranner langt tilbake i tiden ha hatt betydning. Etter skogbrann i disse traktene, dekkes marka ofte helt av orekratt, og furuskogen innvandrer igjen som spredte individer først etter hvert som oreskogen glisnes ut av elde.

Innavlsforsøk med furu (Dengler 1939, Scamoni 1950, Johnsson 1945 m. fl.) tyder på at liknende misdannete furuformer spaltes ut etter selvbestøvning av vanlig furu. Det er derfor rimelig at anleggene for slike misdannete former er tilstede i større eller mindre grad som resessive anlegg i alle furupopulasjoner, men at de for å gjøre seg

gjeldende i anleggspreget må opptre homozygot i et større antall i hvert individ. Et svensk arbeide om klorofyllmutasjoner hos furu (EICHE 1955) synes å vise at det også på dette område finnes mere eller mindre utbredte defektgener i de fleste furupopulasjoner. Til tross for at klorofylldefektene er spesielt svekkende for livskraften, finnes de overalt i furuslektenes arveanlegg.

En slik opptreden av resessive anlegg for misdannelser vil ikke få noen betydning for vanlig naturlig foryngete furubestand. På grunn av overvekt av de dominante, normale anlegg, vil de svekkende kombinasjonene av arveanlegg bli sjeldne, og de som fremkommer, vil bli utkonkurrert allerede i småplantestadiet. Selv en negativ seleksjon ved dimensjonshogster vil neppe få noen innflytelse fordi furua jo gir både blomsterstøv og noe frø i så liten alder at den ennå er for liten til å kunne brukes som tømmer. Hvis derimot naturforholdene og menneskelig virksomhet gir en så sterk seleksjon av dvergformete og misdannete individer at trær med dominante, normale anlegg blir i mindretall, vil de resessive anleggene for defekter etter hvert som seleksjonen virker, gjøre seg gjeldende i en progressivt stigende grad og til slutt føre til bestand lik dem som er beskrevet foran.

Forekomsten av misdannet furu i Skjåk og avkomforsøket på Matrand viser klart at det finnes lokaliteter med furu hvis frø har slike arveanlegg at det er ubrukbart til skogkultur. Forekomster av arvelig misdannet furu, lite skikket for skogkultur er tidligere beskrevet fra Des Causses i Auvergne, Frankrike (G. FABRE 1904 og P. K. SCHOTT 1907), Darmstadt i Tyskland (M. SIVERS 1914, E. MÜNCH 1924, K. VANSELOW 1933/34 og 1936, E. WEIDEMANN 1930 og W. SCHMIDT 1943), Bonaduz i Schweiz (BURGER 1931) og Uppland i Sverige (T. ARNBORG 1946 og L. NORDSTRØM 1954). Forekomster med et stort antall furutyper lik dem som er beskrevet fra Skjåk, har forfatteren iakttatt på følgende utsatte kystlokaliteter i Nord-Norge: Hovda nord for Bodø og ved Tranøy fyr i Nordfold.

Såvel det forsøket som er beskrevet i dette arbeide, som de refererte tilfeller fra andre land, viser at det ikke bør sankes frø til bruk for skogkultur av furubestand med en stor hyppighet av misdannete former. Selv om et par norske arbeider (BØRSET 1952 og OPSAHL 1949) viser at det kan bli brukbar skog såvel etter naturlig foryngelse av, som etter kultur med frø fra misdannet, sterkt utsatt kystfuru, bør det reknes med at misdannelser også i slike tilfeller kan være arvelig bestemt. Spesielt i plantninger der det startes med et forholdsvis lite planteantall, kan en liten prosent ubrukbare stammer bidra til merkbar senkning i verdien av produksjonen. Fore-

Fig. 28. Oversiktskart over Syd-Norge. Viser beliggenheten av Skjåk, Matrand, Lista og Hvaler. *Outline map of southern Norway, showing position of Skjåk, Matrand, Lista and Hvaler.*

komsten i Skjåk viser at misdannelsene i enkelte tilfeller først gir synlig utslag i større alder.

Forekomsten av usedvanlig smalkronete og finkvistete individer blant alle misdannelsene i Skjåk, samt i avkommet på Matrand, tyder på at det blant de sjeldne, resessive anleggene også finnes positive anlegg, brukbare for framtidens planteforedlingsarbeide. I Inger Aass' arbeide i samme hefte: «En cytologisk analyse av Skjåk-furua» er vist at det blant de unormale furuene i Skjåk også forekommer unormal celledeling som kanskje også kan nyttes i foredlingsarbeidets tjeneste.

Tollef Ruden

Litteratur.

Aass, Inger (1957): En cytologisk analyse av Skjåk-furua. Medd. Det norske Skogforsøksvesen. Bd. 14, s. 93.

Arnborg, Tore (1946): Pinus silvestris f. condensata — kvasttallen. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. Årg. 44, s. 329–343.

Burger, H. (1931): Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigensch. forstl. Holzgewächse. III. Die Föhre. Mitt. schweiz. Centralanst. forstl. Versuchsw. Bd. XVI, Heft 2.

Børset, Ola (1952): Forsøk med avkom av enkelttrær fra kystfuruskogen på Hvaler. Medd. Det norske Skogforsøksvesen, bd. XI, s. 129–158.

Dengler, Alfred (1932): Künstliche Bestaubungsversuche an Kiefern. Zeitschr. Forst- und Jagdwesen, Jahrg. LXIV, s. 513–555.

— (1939): Uber die Entwicklung künstlicher Kiefernkreutzungen. Zeitschr. Forst- und Jagdwesen, Jahrg. LXXI, s. 457–485.

Eiche, Vilhelms (1955): Spontaneous Chlorophyll Mutations in Scots Pine (*Pinus silvestris L.*). Medd. Statens Skogsforskningsinst. Bd. 45, nr. 13, s. 1–69.

Fabre, G. (1904): Le Pin sylvestre race d'Auvergne. Revue Eaux et Forêts. Série IV, Tome II, s. 40.

Hausendorff, E. (1952): Die Schirmkiefer bei Mölln: eine ungewöhnliche Störung der Höhenwuchstendenz und des Verzweigungssystems von Pinus silvestris L. Mitt. dtch. Dendrol. Ges. Jb. 1951/52, N0. 57, s. 81–102 og 105.

Hemberg, E. (1904): Tallens degenerationszoner i södra och västra Sverige. Skogsvårdsfören. Tidskr. Årg. 2, s. 121–136 og 169–194.

Johnson, L. P. V. (1945): Reduced Vigour, Chlorophyll Deficiency and other Effects of Self-fertilization in Pinus. Canad. Journ. of Research. Vol. 23. Sec. C. s. 145–149.

Johnsson, Helge, Arne Persson och Gunnar Eriksson (1956): Tallens rastyper i Sydsverige. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. Årg. 54, s. 47–60.

Kleiven, Ivar (1915): Gamal Bondekultur i Gudbrandsdalen. Lom og Skjåk. Aschehougs Forlag. Kristiania.

Langlet, Olof (1941): Om utvecklingen av granar ur frö efter självbefruktning och efter fri vindpollenering. Medd. Statens Skogsförsöksanstalt. Häfte 32, s. 1–22.

Lindquist, B. (1945): Den skogliga rasforskningen och praktiken. Svenska Skogsvårdsfören. Förlag, Stockholm.

Lukkala, O. J. (1952): On the Heridity of Räme-pines. (Summary in English.) Comm. Inst. Forestalis Fenniae, Bd. 40, 12, s. 20–22.

Meyer, J. (1939): Uber die Kronenabwölbung und Zuwachsschwankungen der Kiefer in Nordostdeutschland. Zeitschr. Forst- und Jagdwesen, Jahrg. 71, s. 369-403 og 431–452.

Münch, E. (1924a): Verhalten der Nachkommen fremder Kiefernrassen in zweiter Generation. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Jahrg. 46, s. 45–54 og 125–137.

— (1924b): Beiträge zur Kenntnis der Kiefernrassen Deutschlands. Allg. Forst- und Jagdzeitung, Jahrg. 100, s. 540–566.

Neger, F. W. (1913 og 1914): Die nordschwedische Lapplandskiefer. Thar. Forstl. Jahrb. B. 64, s. 101–125. B. 65, s. 131–148.

Nilsson, Bo (1956): Kvalitets- och produktionsförhållanden i ett klonförsök av tall. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr., Årg. 54, s. 61–74.

Nordhagen, R. (1954): Om barkebrød og treslaget alm i kulturhistorisk belysning. Danm. Geol. Undersøgelse. Række II. Nr. 80, s. 262–308.

Nordström, L. (1954): Om den inom vissa delar av vårt land dåliga talltypen — dess uppkomstsätt samt praktiska konsekvensen därav. Norrl. Skogsvårdsförbunds Tidskr. 1954, s. 435–487.

Oppermann (1909): Renkbuchen in Dänemark. Zentralbl. f. d. gesamte Forstwesen XXXV, s. 108–129.

Opsahl, W. (1949): Vollmona. Tidsskr. f. Skogbruk. Årg. 57, s. 235–241.

Plym Forshell, C. (1953): Kottens och fröets utbildning efter själv- och korsbefruktning hos tall (Pinus silvestris). Medd. Statens Skogsforskningsinst. B. 43, nr. 10, s. 1–42.

Reventlow, Chr. D. F. (1811): Min reise i Norge 1811. Utgave utgitt av Johannes Elgvin, Gyldendal Norsk Forlag, Oslo 1955.

Scamoni, A. (1950): Uber die weitere Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen in Eberswalde. Der Züchter, Heft 1–2.

Schmidt, W. (1943): Das Ostwestgefälle der Kiefernrassen, neue Einblicke und Methodenvorschläge für internationale Versuche. Intersylva. Jahrg. 3, s. 473–494.

Sivers, M. (1914): Zur Frage der Erblichkeit von Wuchsfehlern bei der Kiefer. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. Jahrg. 46, s. 244–246.

Slåstad, Torgeir (1957): Årringundersøkelser i Gudbrandsdalen. Medd. Det norske Skogforsøksvesen. Bd. 14, s. 571.

Sylven, Nils (1916): De svenska skogsträden. C. E. Fritzes Bokförlags Aktiebolag. Stockholm.

Vanselow, K. (1933, 1934 og 1936): Wuchsformen der Kiefer in Deutschland. Allg. Forst- u. Jagdzeitung. Jahrg. 109, s. 349–365 og 389–412. Jahrg. 110, s. 1–7, 49–56, 81–89 og 247–264. Jahrg. 112, s. 33–54.

Wiedemann, E. (1930): Versuche über den Einfluss der Herkunft des Kiefernsamens. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. Jahrg. 62, s. 498–522 og s. 809–836.

Abnormal types of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) from Skjåk in Gudbrandsdal.

A description has been given of an occurrence of abnormal types of common Scots pine *(Pinus silvestris* L.) from Skjåk in Gudbrandsdal. The occurrence was discovered through a study of the progeny from these stands. Plants raised from seed from lower Skjåk were included in a provenience experiment made in the spring of 1940 by Professor Erling Eide at Matrand, south-east of Kongsvinger. During the revision of the experiment in the summer of 1952, it was discovered that this Skjåk provenance had given a particularly poor result. All the plots with this provenance had comparatively few surviving plants. Amongst the few still alive, there was a disproportionately high percentage of misshapen trees.

Exact information was obtained as to when the seeds were collected, and who was responsible for this. The collector was able to point out the district where the seeds were collected. In this region is found more or less dwarf-sized and misshapen Scots pine over an area of several hundred hectares. At Aurmoen, immediately north-east of the upper end of Ottavatn, the majority of the pines are misshapen.

Figures 1—10 show various forms of Scots pine from Aurmoen. Note Fig. 1, which shows a young Scots pine with a more than normally narrow crown and slender branches. Fig. 11. shows the narrow

forest belt on the southern slope on the north side of Ottavatn, east of Aurmoen. All over this slope are found misshapen Scots pine types of the same kind as at Aurmoen. The pine types have on the whole a poor shape, but there are also found individual trees with quite straight trunks and slender branches. The completely misshapen types represent 20—60 percent of the number of trees. Figures 12—16 show photographs from Aurmoen. Fig. 17 shows a normal and an umbrella — shaped Scots pine from Bismoen, approximately 5 km. west of Aurmoen, and at the western limit of the district with misshapen Scots pine. Figures 18—25 show samples of the progeny at Matrand. Note Fig. 25, which shows a freely grown narrow-crowned and slender-branched type, almost similar to Fig. 1 from Aurmoen. Fig. 26 shows pine from Voxna in Sweden, and Fig. 27 shows pine from the Hamar region, both from the provenience experiment at Matrand. Fig. 28 shows an outline map of Southern Norway, on which is marked Skjåk, Matrand, Lista and Hvaler. Table 1 shows an enumeration carried out in the autumn of 1953 in the provenience experiment at Matrand, of abnormal shapes of Scots pine from Skjåk, on each of 12 separate plots. The table shows that over half of the surviving number of plants clearly are misshapen, and that these do not belong to any decided type. The «Broom-pine» described by T. Arnborg *(Pinus silvestris f. condensata)* forms 4,1 percent of the surviving progeny.

In the upper regions of Skjåk, above the oldest and densest habitation, the pine forests are quite normal and of especially good quality. Misshapen forms are just as seldom here as in ordinary pine forests in eastern Norway.

Skjåk lies a good 400 metres above sea level, and belongs to a district with the driest climate in Norway. In T. Slåstad's work in this publication, «Tree-ring analyses in Gudbrandsdalen», the climate is described more in detail. Especially dry are the localities where the misshapen forms of Scots pine are most common. The selective process which has led to the forming of the hereditarily- determined misshapen pines at Skjåk, has presumably some connection with the extremely dry climate. Skjåk and Lom have over 1000-year-old habitations. There is, therefore, also the possibility that human activity can have contributed to the process of selection. In times of need in earlier centuries, it was a common practice in these regions to mix the inner bark of young, straight pines with the meal when making bread. Twisted, knotted pine cannot be used for this purpose. In the same manner, the grazing of sheep or goats can have contributed to the growth of the bent, markedly knotted trees being favoured. The use

of pine twigs as fodder during the winter can have led in the same direction. Forest fires many years ago can also have had their influence. After forest fires in these regions, the ground is often completely covered with alder-scrub, and the pine forest reestablishes itself as scattered individuals only by degrees as the alder-scrub dies out.

Inbreeding experiments with Scots pine (Dengler 1939, Scamoni 1950, Johnson 1945, and others) indicate that similarly misshapen pine forms occur after self-fertilization by common Scots pine. It is therefore reasonable that the proclivity towards such misshapen forms is present to a greater or less degree as recessive hereditary characteristics in the entire pine population, but to show themselves in the progeny these must appear in the homozygotic state to a large extent in each individual. A Swedish work on chlorophyll mutations in Scots pine (Eiche 1955) seems to show that in this field also there are found more or less widespread defect-promoting factors in most of the pine races. In spite of the fact that the cholorophyll defects are especially weakening for the vital power, they are found everywhere amongst the hereditary characteristics of the pine.

Such an appearance of recessive heredity characteristics responsible for distortion will have no significance for ordinary, naturally-regenerated Scots pine stands. Because of the prevalence of the dominant normal characteristics, the weakening combinations of the defectpromoting factors will be infrequent, and those which occur will be ousted before they have passed the seedling stage. Even a negative selection in felling to a diameter limit will exert hardly any influence, because of course the Scots pine produces both pollen and some seed before it is old enough to be of use as timber. If, on the other hand, natural conditions and human activity occasion such a strong selection of dwarf-sized and misshapen individuals that trees with dominant normal characteristics are in the minority, the defect-promoting factors will assert themselves to a progressively greater extent as the selection takes effect, and finally result in stands similar to those described above.

The occurrence of misshapen Scots pine at Skjåk and the provenience experiment at Matrand show clearly that there are localities with Scots pine, the seed of which has such hereditary characteristics that it is useless for forest cultivation. The occurrence of hereditarily-misshapen Scots pine, unsuitable for forest cultivation, has previously been described from Des Causses in Auvergne, France (G. Fabre 1904 and P. K. Schott 1907), Darmstadt in Germany (M. Sivers 1914, E. Münch 1924, K. Vanselow 1933/34 and 1936, E. Weidemann

1930 and W. Schmidt 1943), Bonaduz in Switzerland (Burger 1931) and Uppland in Sweden (T. Arnborg 1946 and L. Nordstrøm 1954). Occurrences of a large number of Scots pine types such as those described from Skjåk have been observed by the author at the following exposed coast localities in the north of Norway — Hovda, north of Bodø, and near Tranøy lighthouse in Nordfold.

In addition to the experiment which is described in this work, the cases cited from other countries show that seed for forest cultivation ought not to be gathered from pine stands with frequent examples of misshapen forms. Even though two Norwegian papers (Børset 1952 and Opsahl 1949) show that usable forest can result not only after natural regeneration, but also after cultivation, with seed from misshapen, exposed coastal pine, it must be taken into consideration that distortions in these cases also can be hereditarily determined. Especially in plantations started with comparatively few plants, a small percentage of useless stems can contribute towards a noticeable lowering in the value of the yield. The example cited at Skjåk shows that distortion in some case does not come to light before a considerable age is reached.

The occurrence of unusually narrow-crowned and slenderbranched individuals amongst all the misshapen types at Skjåk, as well as in the provenience test at Matrand, suggest that amongst the infrequent, recessive characteristics are also found positive ones which can be utilised in future forest tree breeding. In Inger Aass' work in the same book «A cytological analysis of the Scots pine *(Pinus silvestris* L.) from Skjåk, Norway» is shown that amongst the abnormal pines at Skjåk there occurs as well abnormal cell division, which perhaps also can be exploited in the service of breeding work.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

IVAR SAMSET

Driftsforhold i Telemark-skogene

Operational Conditions in the Telemark Forests

Innhold.

Forord 449
I. Innledning 451
II. Innsamling og bearbeiding av materialet 452
1. Heste- eller traktorveilengder 452
2. Vinsjforhold 453
3. Taubanelier 453
4. Taubaneplatåer 453
5. Terrengets bratthet 454
6. Terrengets jevnhet 454
III. Heste- og traktorveilengder 455
IV. Lunningsforhold 467
V. Generell beskrivelse av terrenget utenom taubanefeltene 477
1. Skogterrengets hellingsforhold 478
2. Skogterrengets jevnhet 481
Litteratur 490
Operational Conditions in the Telemark Forests 491

Forord.

I 1954 foreslo Skogforsøksvesenet at Landsskogtakseringen skulle foreta en klassifisering av driftsforholdene i forbindelse med sitt markarbeide. Landsskogtaksator Aasmund Vigerust erklærte seg interessert i tanken, og vi ble enige om å gjennomføre en slik klassifisering i forbindelse med takseringen av Telemark-skogene. Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening bevilget kr. 10.000, til gjennomføringen av markarbeidet, og bearbeidingen er utført av Det norske Skogforsøksvesen.

Landsskogtakstator Aasmund Vigerust, skogtaksator Erik Kvam og amanuensis Lars Strand var behjelpelig med å sette i gang undersøkelsen og rettlede de 12 takstlag under markarbeidet. IBM's hullkortavdeling, samt forstkandidat Egil Jachwitz og skogtekniker Per Svendeby har utført det meste av regnearbeidet, og den engelske oversettelse er utført av fru Dothory Johnsen.

En kort redegjørelse for resultatene er gitt i Landsskogtakseringens Meldinger. Da dette er det første forsøk på å gjennomføre en driftsteknisk kartlegging av et større skogområde, har jeg valt å gi en mer fyldig redegjørelse for resultatene i Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen.

Vollebekk juni 1956

Ivar Samset.

I. Innledning.

Skogproduksjonen kan inndeles i den primære og den sekundære skogproduksjon. I den sekundære produksjonsprosess blir de voksende trær omdannet til forskjellige virkesortimenter og transportert fra vekstplassene i skogen til industrien.

Skogbrukets driftsteknikk befatter seg i første rekke med det sekundære produksjonsapparat, men innsatsen av arbeids- og maskinkraft i den primære skogproduksjons tjeneste er også inkludert. Vi kan derfor skille mellom den del av skogproduksjonen som i første rekke skyldes vekstfaktorene og den del som skyldes manuell og maskinell arbeidskraft.

Mens undersøkelser i forbindelse med det primære produksjonsapparat har lang tradisjon i vårt land, er skogbrukets driftsteknikk først i de senere år blitt gjenstand for detaljerte undersøkelser. Etterhvert som nye hjelpemidler tas i bruk, melder det seg behov for en omfattende planlegging av den driftstekniske del av produksjonsforløpet. Nyere driftsmetoder fører f. eks. ofte til at man tar i bruk kostbare maskiner. De har imidlertid bare økonomisk interesse hvis man kan utnytte deres høye produksjonskapasitet gjennom en rasjonell planlegging av skogdriften og en hensiktsmessig ordning av selve arbeidsprosessen. Behovet for en virkelig driftsplanlegging er større jo kostbarere hjelpemidlene er i anskaffelse og drift. Driftene må planlegges så det blir størst mulig enheter å arbeide med på hvert sted, samtidig som arbeidet må planlegges så det blir et minimum av tapstider.

Kravet til driftsplanlegging gjelder først og fremst arbeidsoppgavene innen hver eiendom eller det enkelte driftsområde. Dette innebærer at man må skaffe til veie opplysninger om skogforholdene ut fra en driftsteknisk synsvinkel for å gi en orientering om hvilke arbeidsmetoder og hjelpemidler som kan komme på tale.

En driftsteknisk kartlegning av skogforholdene har imidlertid også stor interesse for større skogområder, f. eks. skogene i et fylke.

Mens resultatene fra den tradisjonelle takst gir oss et begrep om det primære produksjonsapparats tilstand og utvikling, gir den driftstekniske kartlegning et begrep om hvilke muligheter som foreligger for å gjøre driften av denne skogproduksjon lønnsom. Den driftstekniske oversikt over skogforholdene forteller med andre ord hvilke arbeids- eller driftsmetoder som kan komme på tale. Sammen med oppgavene over det primære produksjonsapparat danner den grunnlaget for kalkyler over spørsmål som arbeidskraftbehov, typen og omfanget av tekniske eller andre hjelpemidler som investeringene bør omfatte m. v.

I nærværende arbeide skal jeg søke å gi en orientering om den driftstekniske kartlegning av skogforholdene i Telemark fylke. Undersøkelsen begrenser seg til en oversikt over driftsforholdene i Telemarkskogene.

II. Innsamling og bearbeiding av materialet.

Materialet ble samlet inn i forbindelse med landsskogtakseringen av Telemark fylke 1954. Samtidig med de øvrige produksjonsmessige undersøkelser (Landsskogtakseringen 1956) utførte man en driftsteknisk klassifisering av skogterrenget, idet følgende inndeling er benyttet:

1. *Heste- eller traktorveilengder* fra skogen og frem til nærmeste leveringssted for virke, f. eks. bilvei, fløtningsvassdrag o. l. Lengden er notert uansett om veiene er bygget eller ikke, og lagslederne benyttet seg av rektangelkarter og opplysninger fra kjent-folk i distriktet under vurderingen av hvor tømmeret kunne kjøres fram. Er terrenget klassifisert som vinsjlende eller taubanefelt, er veilengden oppgitt fra lunneplassen eller nedre ende av taubanefeltet til leveringsstedet. Hvor taubanefeltet sokner direkte til vei, fløtningsvassdrag e. l. så det ikke er aktuelt med heste- eller traktorvei, er terrenget henført til rubrikken «ingen vei». Veilengden er oppgitt i avstandsklasser, og i bearbeidingen er avstandsklassenes midtverdier brukt som

Avstandsklasse	Anvendt gjennomsnittsveilengde
0– 2 km	1,0 km
2– 5 »	3,5 »
5–10 »	7,5 »
>10 »	10,0 »
Ingen vei	—

gjennomsnittsveilengder. For veilengder over 10 km har vi imidlertid anvendt 10 km som gjennomsnittsveilengde for klassen. Dette fører til at de utregnede gjennomsnittsavstander blir for korte, men da bare 0,05 % av det produktive skogareal i Telemark har lengere veiavstander enn 10 km har denne tilnærmelse ingen praktisk betydning.

2. *Vinsjforhold.* Lunnevanskelighetene avgjør om det terreng skogen vokser på skal klassifiseres som vinsjlende eller ikke. Det terreng som er så kupert at det er meget vanskelig eller umulig å lunne med hest har vi kalt for vinsjlende. Det øvrige terreng, unntatt taubanefeltene, er klassifisert som vanlige driftsforhold. Vinsjforhold omfatter derfor bratte lisider hvor lunnelengden er kortere enn 200 meter, enten tømmeret må lunnes oppover eller nedover. Flatere, men sterkt kupert terreng er også klassifisert som vinsjforhold, f. eks. blokkmark, kløfter og bratte smådaler m. v.

3. *Taubanelier.* Hvor skogen vokser i bratte lisider med større lengder enn 200 m er terrenget betegnet som taubanelier. Forutsetningen er at den gjennomsnittlige helling fra dalbunn til åstopp eller skoggrense er brattere enn 33 % (1 : 3). Denne inndelingsmåte er skjematisk, men gir et objektivt bilde av forholdene, idet laglederne benyttet kotelagte rektangelkart til vurdering av lisidenes gjennomsnittlige helling. Klassifiseringen innebærer imidlertid ingen vurdering av om forholdende ligger til rette for taubanedrifter. Dette er utelatt da taubanene enda er for lite alminnelig kjent. Vi kan ikke forutsette at takstpartienes lagledere kjenner til mulighetene for taubanedrifter. Det er sannsynlig at enkelte av de lier som er tatt med i denne beskrivelse også kan drives ut på annen måte, f. eks. ved hestetransport. På den annen side kan selv tyngdekraftdrevne taubaner som oftest brukes i så flate lier som ca. 20 %. Ved bare å ta med brattere lier enn 33 % må vi derfor regne med at taubanelienes arealer og kubikkmasser er forsiktig ansatt.

Taubanelienes lengde langs terrenget fra dalbunn til åstopp er henført til følgende lengdeklasser:

200— 600 meter
600—1000 »
1000—1500 »
over 1500 »

4. *Taubaneplatåer,* omfatter skogbevokste platåer på oversiden av bratte li- eller fjellsider. Her er tatt med den del av de ovenforliggende skogområder som det er naturlig å drive frem på platåene og ut lisidene, f. eks. med taubaner. Lisidenes helling og lengder er klassifisert på samme måte som for taubanelienes vedkommende.

5. *Terrengets bratthet.* Denne beskrivelse refererer seg til terrengets helling innen prøveflatene uansett lienes gjennomsnittshelling. Den er målt med stigningsmåler ved hver prøveflate, idet man brukte følgende klasser:

Flatere enn 10 %
10–20 %
20–33 %
Brattere enn 33 %
Småstup og småkløfter.

6. *Terrengets jevnhet.* Her har man tatt hensyn til ujevnhetene i de enkelte skogbestands terrengoverflate, uansett om terrenget er flatt eller hellende. Følgende klasser er benyttet:

Helt jevnt terreng
Storsteinet og hauget terreng
Blokkmark og ur
Småstup og kløfter
Sjenerende forsumpning.

Til rettledning for om terrenget kan ansees som jevnt eller storsteinet og hauget, har man brukt antall terrengujevnheter pr. dekar. Var det mer enn 100 terrengujevnheter pr. dekar, ble terrenget klassifisert som storsteinet og hauget. Med sjenerende forsumpning menes i denne forbindelse at terrengoverflaten er for bløt til å muliggjøre fremkomst med hest eller traktor når marken er ufrossen.

Før takseringen begynte, ble takstpartienes lagledere samlet til et to dagers kurs. Den ovennevnte klassifisering ble gjennomgått teoretisk og innøvet ved praktiske øvelser i terrenget. Derved oppnådde vi bl. a. at samtlige lagledere vurderte terrenget på samme måte.

Den driftstekniske klassifisering er bearbeidet særskilt for hvert av de 5 områder fylket ble inndelt i. Områdene består av følgende herreder:

Fyresdal og Nisedal:	Fyresdal og Nissedal herreder, samt Vrådal sogn i Kviteseid herred og søndre del av Skafså sogn i Mo herred.
Vest Telemark:	Seljord, Rauland, Vinje, Lårdal, Kviteseid og Brunkeberg sogn i Kviteseid herred, samt Mo og nordlige del av Skafså sogn i Mo herred.
Øst Telemark:	Tinn, Hovin, Hjartdal, Gransherad og Heddal herreder.

Grenland: Sauherad, Bø, Lunde, Holla, Solum, Eidanger, Gjerpen og Siljan herreder.
Vestmar: Drangedal, Bamle, Sannidal og Skåtøy herreder.

Undersøkelsen er utført som en prosenttakst. Man gikk parallelle linjer med 2 km avstand, og målingene ble utført på prøveflater langs takstlinjene. Avstanden mellom prøveflatene var 200 meter. Observasjoner angående veilengder, vinsjlende, taubanelier, taubaneplatåer og terrengets jevnhet ble utført innen et sirkelformet areal med 20 meter radius fra prøveflatens sentrum. Dette tilsvarer en takstprosent på ca. 0,3 %. Terrengets bratthet innen skogbestandene ble derimot observert som gjennomsnittshelling innenfor et sirkelformet areal med 5 meter radius fra prøveflatens sentrum. Her er altså takstprosenten ca. 0,02 %.

Undersøkelsen omfatter bare produktiv skogsmark hvis normalproduksjon minst er 0,12 m^3 pr. dekar årlig. Oppgavene over kubikkmassen gjelder gran, furu og løvtrær med brysthøydediameter 10 cm og større. Kubikkmassen i hogstklassene I + Va + Vb er oppgitt særskilt. Den innbefatter hogsmoden skog eller overstandere som bør hogges i nær fremtid. Derved får vi opplysninger om de forhold der det er særlig viktig å sette i gang drifter i de nærmeste år.

Oppgavene over tilveksten gjelder den totale, årlige tilvekstmasse for alle gran-, furu- og løvtrær på produktiv skogsmark.

III. Heste- og traktorveilengder.

Tømmertransport mellom lunneplasser i skogen og leveringssted ved bilvei, fløtningsvassdrag eller lignende, foregår vanligvis med hest eller traktor. På de korteste veier vil hestetransport være mest økonomisk, mens traktortransport er å foretrekke på lange avstander.

Undersøkelsen begrenser seg til selve distansen uansett om det er bygget vei eller ikke. Resultatene gir derfor først og fremst et bilde av i hvilken grad skogene er dekket med fløtningsvassdrag, bilveier og eventuelt jernbane for langdistansetransport. Derimot forteller undersøkelsen ikke noe om langdistansetransportnettets kvalitet. Freden (1956) utførte en analyse av kvaliteten av dette veinett for Sveriges vedkommende. Han fant at transportnettet må utbygges meget for å tilfredsstille kravene til en effektiv langdistansetransport i Sverige. Forholdene var verst i Värmland, som nærmer seg meget forholdene i Hedmark. I Norge er forholdene antagelig ikke så gode som i Sverige, dels fordi terrenget gjør bilveibyggingen vanskeligere, og dels på grunn av de bratte fløtningsvassdrag (Kinnmann 1949). Dette

Tabell 1 Arealets fordeling på forskjellige
Division of area according to length

Område *District*	0–2 km		2–5 km	
	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
Fyresdal og Nissedal	426 700	76	88 600	16
Vest-Telemark	748 300	68	222 500	20
Øst-Telemark	729 000	66	246 700	22
Grenland	1 071 900	82	219 600	16
Vestmar	726 100	76	224 100	23
Hele fylket *County total*	3 702 000	74	1 001 500	20

gjelder i særdeleshet et fylke som Telemark med sine sterkt kuperte terrengforhold. Selv om nærværende undersøkelse gir en oversikt over forgreningen av langdistanse-transportnettet i Telemarkskogene, er det nødvendig å fortsette med en analyse av kvaliteten av dette transportnett.

Tabell 1 gir en oversikt over det produktive skogareals fordeling på forskjellige heste- og traktorveilengder. 74 % av det produktive

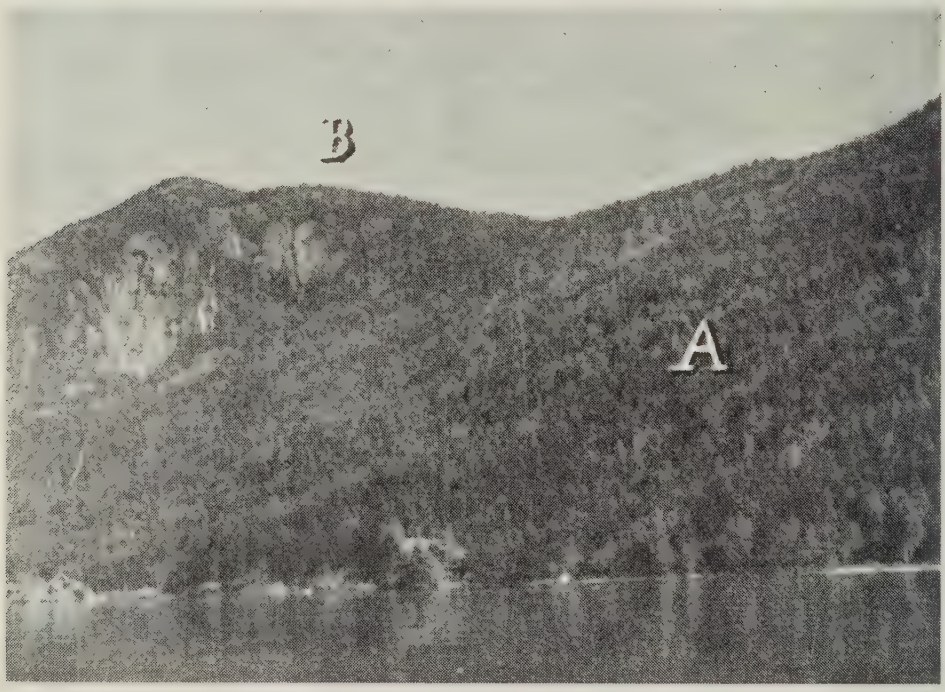


Fig. 1. Taubaneli (A) og taubaneplatå (B) som sokner direkte til vassdrag. *Cableway slope (A) and cableway plateau (B) leading directly to river drive.*

traktor- eller hesteveilengder.
of tractor- or horse-road.

5–10 km		> 10 km		Ingen vei *No road*		Sum *Total*	
Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
4 600	1	–	–	42 400	7	562 300	100
30 000	3	2 100	–	93 100	9	1 096 000	100
56 400	5	400	–	75 800	7	1 108 300	100
8 300	1	–	–	11 200	1	1 311 000	100
6 500	1	–	–	1 200	–	957 900	100
105 800	2	2 500	–	223 700	4	5 035 500	100

skogareal eller 3 702 000 dekar har kortere veier enn 2 km. 22 %, eller 1 333 500 dekar har lengre veier enn 2 km. Bare en uvesentlig del av skogarealet har over 10 km veier. Dette areal forekommer i Øst- og Vest-Telemark. 4 % av det produktive skogareal har ingen veimulighet, hvilket først og fremst omfatter taubaneterreng som sokner direkte til bilvei eller fløtningsvassdrag. Slikt terreng er særlig utbredt i Vest-Telemark, men det er også sterkt representert i Øst-Telemark, samt Fyresdal og Nissedal. De mange fløtbare vassdrag hvor bratte li- eller fjellsider går steilt opp fra vannflaten er nok hovedårsaken til dette forhold (fig. 1).

Ved å bruke arealene i tabell 1 som vekter, kan man finne de enkelte områders gjennomsnittlige veilengder:

Fyresdal og Nissedal	1,5 km
Vest-Telemark	1,8 »
Øst-Telemark	2,0 »
Grenland	1,5 »
Vestmar	1,6 »
Hele fylket	1,7 km

Det sees at Vest- og Øst-Telemark har de største gjennomsnittsveilengder. Dette er rimelig, da terrengforholdene er sterkt kuperte, og da forholdsvis meget av skogen vokser på lav bonitet i disse takstområder.

Tabell 2 og 3 viser hvorledes kubikk- og tilvekstmassen fordeler seg områdevis på forskjellige veilengder. Man ser at det står omtrent like stor kubikkmasse pr. dekar på arealer med forskjellige veilengder. Dette er bemerkelsesverdig, da gjennomsnittsboniteten avtar jo lenger veiavstanden er (fig. 2). Forholdet trer enda sterkere frem om vi studerer hvor stor del av kubikkmassen som faller på hogstklassene I + Va + Vb. Gjennomsnittlig for hele fylket er situasjonen slik:

Tabell 2. Kubikkmassens og tilvekstens fordeling på
Division of volume and increment according to

Område *District*	0–2 km			2–5 km		
	Kubikkmasse m³ *Volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va +Vb m³ *Volume in cutting class I+Va +Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Kubikkmasse m³ *Volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va +Vb m³ *Volume in cutting class I+Va +Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*
Fyresdal og Nissedal	2 872 500	1 209 000	111 703	430 900	201 900	16 633
Vest-Telemark	4 804 700	2 344 700	163 899	1 121 500	645 600	37 532
Øst-Telemark	5 039 400	1 962 000	166 706	1 465 800	822 700	45 997
Grenland	7 840 700	3 035 400	305 489	1 537 700	679 900	59 139
Vestmar	4 737 000	1 866 100	201 489	1 326 100	533 300	56 160
Hele fylket *County total*	25 294 300	10 417 200	949 286	5 882 000	2 883 400	215 461

Veilengde i km	Kubikkmasse i hogstklasse 1 + 5a + 5b i % av total kubikkmasse
0– 2	41 %
2– 5	49 %
5–10	60 %
over 10	82 %
Ingen vei	51 %

Dette tyder på at skogene er best behandlet der hvor det er korte skogsveidistanser, eller med andre ord hvor det produktive skogareal er godt dekket med bilveier eller fløtningsvassdrag. For å bedre forholdene må skogsveinettet utbygges ved hjelp av hensiktsmessige heste- og traktorveier. Samtidig bør man søke å redusere distansen mellom lunneplassene og langdistanse-transportnettet. Da fløtningsvassdragenes linjeføring er gitt fra naturens side, må hovedvekten legges på en utvidelse av skogsbilveinettet. Bil- og traktorveiene reduserer transportomkostningene, men samtidig lettes adkomsten til det indre av skogarealene så skogtilstanden blir mer iøyenfallende for skogadministrasjonen. Skogsveiene avslører de dårlig drevne bestand og frembringer lettere en rasjonell skogbehandling. Skogens bonitet sammen med veiomkostningene vil avgjøre om man skal bygge

traktor- eller hesteveilengder.

length of tractor- or horse-road.

5–10 km			> 10 km			Ingen vei *No road*			Sum *Total*		
Kubikkmasse m³ *Volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va +Vb m³ *Volume in cutting class I+Va +Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Kubikkmasse m³ *Volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va +Vb m³ *Volume in cutting class I+Va +Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Kubikkmasse m³ *Volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va +Vb m³ *Volume in cutting class I+Va +Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Kubikkmasse m³ *Volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va +Vb m³ *Volume in cutting class I+Va +Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*
12 700	8 100	478	–	–	–	300 300	153 200	11 531	3 616 400	1 572 200	140 345
139 400	108 400	4 492	9 400	7 700	301	626 100	388 400	20 776	6 701 100	3 494 800	227 000
399 800	232 300	12 472	–	–	–	763 100	329 100	24 755	7 668 100	3 346 100	249 930
44 300	28 400	1 662	–	–	–	70 300	35 700	2 675	9 493 000	3 779 400	368 965
52 500	14 600	2 251	–	–	–	8 700	800	380	6 124 300	2 414 800	260 280
648 700	391 800	21 355	9 400	7 700	301	1 768 500	907 200	60 117	33 602 900	14 607 300	1 246 520

bil- eller traktorveier. Hvor hogstkvantumet er lite og veiomkostningene høye har traktortransportene sin viktigste oppgave.

I denne undersøkelse har vi valt 2 km som grense for den korteste av veiavstandsklassene. Den økonomiske grenseveilengde mellom heste- og traktortransport vil variere med skog- og terrengforholdene, men vanligvis kan vi regne med en grenseveilengde på ca. 1 km (Samset 1956). Det vesentlige av det skogareal og den kubikkmasse som er oppgitt i avstandsklassene større enn 2 km bør derfor transporteres med traktor. Hestetransportene bør begrenses til den minste av avstandsklassene, men det er sannsynligvis fordelaktig også å transportere en del av det tømmer som sokner til denne avstandsklasse med traktor.

Vi har sett at hele 74 % av det produktive skogareal har kortere skogsveier enn 2 km. Transportarbeidet øker imidlertid både med hogstkvantumets størrelse og med veilengden. Transportmengden er årlig hogstkvantum multiplisert med veilengden (m³ × km) og gir et begrep om størrelsen av transportarbeidet. Det årlige hogstkvantum for et større område vil være av samme størrelsesorden som årlig tilvekst. Jeg har derfor beregnet transportmengden ved å multiplisere årlig tilvekst med gjennomsnittsveilengdene i hver veilengdeklasse, og resultatet sees av tabell 4. Det viser seg at 51 % av

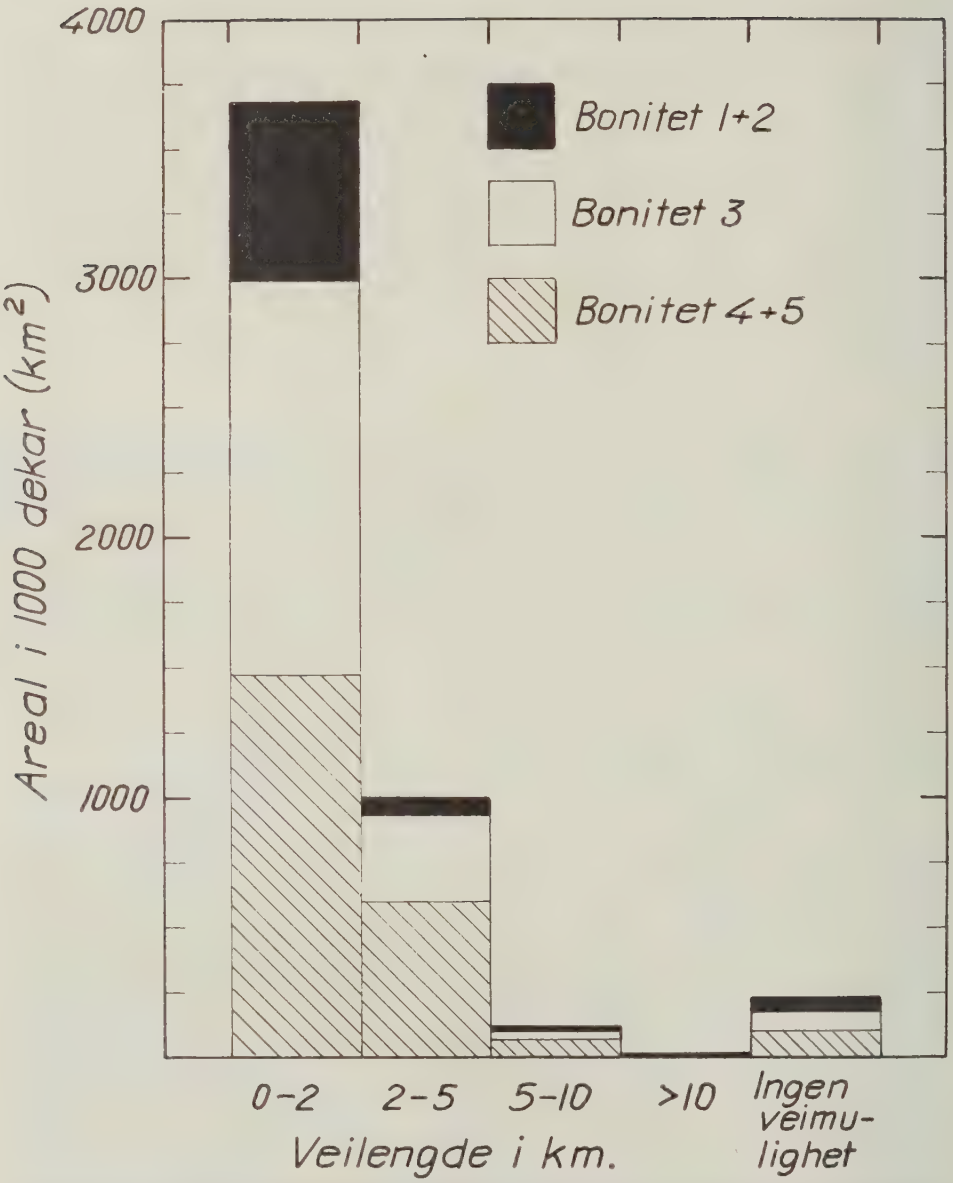


Fig. 2. Det produktive skogareals fordeling på boniteter og skogsveilengder. *Division of productive forest land according to site class and length of forest road.*

transportmengden faller på kortere skogsveidistanser enn 2 km, mens 49 % faller på lengre veier. Forholdet er forskjellig for de forskjellige takstområder. Særlig faller meget av transportmengden på lange veier i Øst-Telemark.

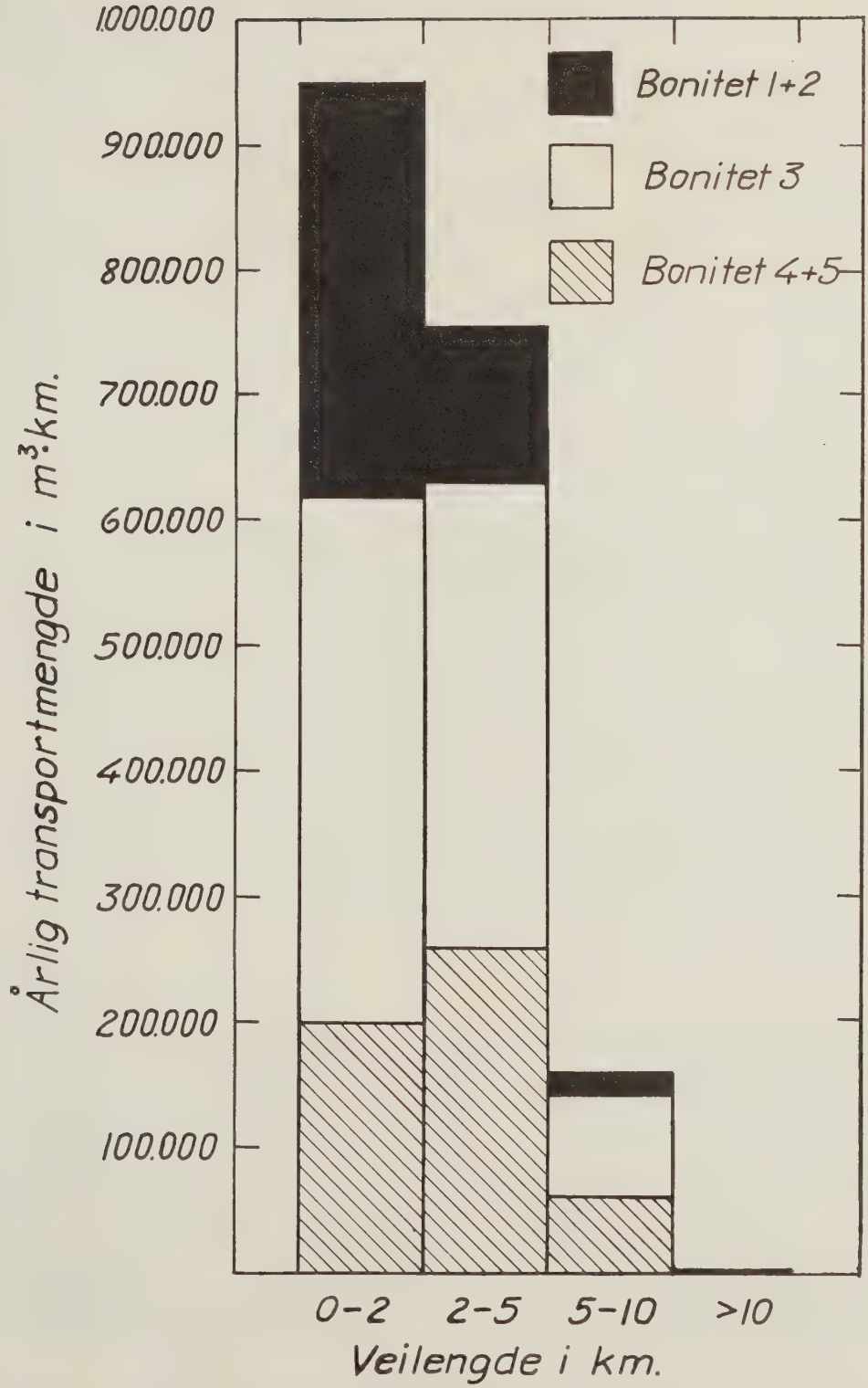


Fig. 3. Den årlige transportmengdes fordeling på boniteter og skogsveilengder. *Division of annual transport volume according to site class and length of forest road.*

Tabell 3 Oversikt over kubikkmassen pr. dekar, samt kubikkmassen i hogsklassene
Volume per decare, including volume in cutting class

Område *District*	0–2 km		2–5 km	
	m^3/dekar *m^3/decare*	% av m^3 i h.kl. I+Va+Vb *% of m^3 in cutting class I+Va+Vb*	m^3/dekar *m^3/decare*	% av m^3 i h.kl. I+Va+Vb *% of m^3 in cutting class I+Va+Vb*
Fyresdal og Nissedal	6,7	42,1	4,9	46,9
Vest-Telemark	6,4	48,8	5,0	57,6
Øst-Telemark	6,9	38,9	5,9	56,1
Grenland	7,3	38,7	7,0	44,2
Vestmar	6,5	39,4	5,9	40,2
Hele fylket *County total*	6,8	41,2	5,9	49,0

I denne forbindelse kan det være av interesse å se litt på den årlige transportmengden pr. dekar:

Takstområde	Transportmengde m^3 × km pr. dekar
Fyresdal og Nissedal	0,334
Vest-Telemark	0,331
Øst-Telemark	0,408
Grenland	0,404
Vestmar	0,434
Hele fylket	0,388

Tabell 4. Transportmengdens fordeling på forskjellige
Division of transport volume according to length

Område *District*	0–2 km		2–5 km	
	m^3 × km	%	m^3 × km	%
Fyresdal og Nissedal	111 703	64	58 216	34
Vest-Telemark	163 899	49	131 362	40
Øst-Telemark	166 706	40	160 990	38
Grenland	305 489	59	206 986	39
Vestmar	201 489	49	196 560	47
Hele fylket *County total*	949 286	51	754 113	40

I + Va + Vb i % av hele kubikkmassen på forskjellige veilengder.
I + Va + Vb, as % of total volume for the various lengths of road.

5–10 km		> 10 km		Ingen vei *No road*		Sum *Total*	
m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*
2,8	63,8	–	–	7,1	51,0	6,4	43,5
4,6	77,8	4,5	81,9	6,7	62,0	6,1	52,2
7,1	58,1	–	–	10,1	43,1	6,9	43,6
5,3	64,1	–	–	6,3	50,8	7,2	39,8
8,1	27,8	–	–	7,3	9,2	6,4	39,4
6,1	60,4	4,5	81,9	7,9	51,3	6,7	43,5

Som nevnt gjelder dette transporten mellom lunneplass i skogen og velteplass ved skogsbilvei, fløtningsvassdrag o. lign. Den årlige transportmengde ligger altså mellom grensen 0,33–0,43 $m^3 \times km$ pr. dekar årlig og varierer lite fra takstområde til takstområde. Man ser at den årlige transportmengde i Vest-Telemark er 0,331 $m^3 \times km$ pr. dekar årlig, mens den gjennomsnittlige skogsveilengde er 1,8 km. I Grenland er transportmengden 0,404 $m^3 \times km$ pr. dekar årlig til tross for at gjennomsnittsveilengden er mindre, nemlig 1,5 km. Årsaken er først og fremst at gjennomsnittsboniteten er bedre i Grenland enn i Vest-Telemark. Forholdet er nærmere belyst i tabell 5 og 6, som viser at jo bedre boniteten er, dess kortere er distansen mellom lunneplasser i skogen og velteplasser ved bilvei eller fløtningsvassdrag (fig. 3).

heste- og traktorveilengder ($m^3 \times km$).
of horse- or tractor-road ($m^3 \times km$).

5–10 km		> 10 km		Sum *Total*	
$m^3 \times km$	%	$m^3 \times km$	%	$m^3 \times km$	%
3 585	2	–	–	173 504	100
33 690	10	3 010	1	331 961	100
93 538	22	–	–	421 234	100
12 465	2	–	–	524 940	100
16 883	4	–	–	414 932	100
160 161	9	3 010	0	1 866 570	100

Tabell 5. Areaelts fordeling på forskjellige
Division of area according to site

Område *District*	Bonitet *Site class*	0–2 km		2–5 km	
		Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
Fyresdal og Nissedal	1 + 2	70 200	17	2 000	2
	3	170 400	40	25 000	28
	4 + 5	186 100	43	61 600	70
	1—5	426 700	100	88 600	100
Vest-Telemark	1 + 2	121 100	16	7 400	3
	3	294 400	39	62 700	28
	4 + 5	332 800	45	152 400	69
	1—5	748 300	100	222 500	100
Øst-Telemark	1 + 2	86 700	12	6 000	2
	3	348 100	48	80 400	33
	4 + 5	294 200	40	160 300	65
	1—5	729 000	100	246 700	100
Grenland	1 + 2	264 600	25	25 000	11
	3	453 900	42	81 700	37
	4 + 5	353 400	33	112 900	52
	1—5	1 071 900	100	219 600	100
Vestmar	1 + 2	119 100	16	17 500	8
	3	303 300	42	102 500	46
	4 + 5	303 700	42	104 100	46
	1—5	726 100	100	224 100	100
Hele fylket *County total*	1 + 2	661 700	18	57 900	6
	3	1 570 100	42	352 300	35
	4 + 5	1 470 200	40	591 300	59
	1—5	3 702 000	100	1 001 500	100

På grunnlag av tabell 6 kan vi finne hvorledes den årlige transportmengde pr. dekar varierer med boniteten.

Bonitet	Årlig tilvekst (m^3/dekar/år)	Gjennomsnittlig skogsveilengde (km)	Transportmengde (m^3 × km pr. dekar årlig)
1 + 2	0,513	1,3	0,656
3	0,276	1,6	0,446
4 + 5	0,132	1,9	0,243
1 — 5	0,248	1,6	0,388

boniteter og veilengder.
class and length of road.

5–10 km		> 10 km		Ingen vei *No road*		Sum *Total*	
Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
–	–	–	–	2 500	6	74 700	13
800	17	–	–	15 400	36	211 600	38
3 800	83	–	–	24 500	58	276 000	49
4 600	100	–	–	42 400	100	562 300	100
–	–	–	–	13 600	15	142 100	13
8 600	29	800	38	36 200	39	402 700	37
21 400	71	1 300	62	43 300	46	551 200	50
30 000	100	2 100	100	93 100	100	1 096 000	100
4 400	8	–	–	22 300	29	119 400	11
15 400	27	400	100	25 100	33	469 400	42
36 600	65	–	–	28 400	38	519 500	47
56 400	100	400	100	75 800	100	1 108 300	100
–	–	–	–	800	7	290 400	22
2 100	25	–	–	1 200	11	538 900	41
6 200	75	–	–	9 200	82	481 700	37
8 300	100	–	–	11 200	100	1 311 000	100
–	–	–	–	–	–	136 600	14
4 100	63	–	–	800	67	410 700	43
2 400	37	–	–	400	33	410 600	43
6 500	100	–	–	1 200	100	957 900	100
4 400	4	–	–	39 200	18	763 200	15
31 000	29	1 200	48	78 700	35	2 033 300	40
70 400	67	1 300	52	105 800	47	2 239 000	45
105 800	100	2 500	100	223 700	100	5 035 500	100

Den gjennomsnittlige skogsveilengde er her beregnet med tilveksten som vekter, hvorfor vi får en kortere gjennomsnittsdistanse enn når man bruker skogarealene som vekter. Man ser at gjennomsnittsdistansen fra lunne til velteplass øker med avtagende bonitet.

Det forhold at vi finner den største tetthet i langdistansetransportnettet over skogarealer med høy bonitet, tyder på en rasjonell planlegging av skogsbilveibyggingen i Telemark. Man har først bygget skogsbilveier i skoger med høy bonitet. Låg (1955) har imidlertid vist at det er en tydelig sammenheng mellom bonitet og jorddybde. Jo dypere jord, dess bedre bonitet, men for en og samme

Tabell 6. Tilvekstens og transportmengdens fordeling på
Division of increment and transport volume according to

Avstand i km *Distance in km*	Boni- *Site* 1 + 2				3			
	Tilvekst *Increment*		Transportmengde *Transport volume*		Tilvekst *Increment*		Transportmengde *Transport volume*	
	m^3	%	$m^3 \times km$	%	m^3	%	$m^3 \times km$	%
0– 2	331 751	84	331 751	70	419 795	75	419 795	48
2– 5	35 039	9	122 636	26	106 452	19	372 582	43
5–10	2 701	1	20 257	4	10 387	2	77 902	9
>10	–	–	–	–	238	–	2 380	–
Ingen vei *No road*	22 101	6	–	–	23 476	4	–	–
Sum *Total*	391 592	100	474 644	100	560 348	100	872 659	100

jorddybde er boniteten lavere jo høyere man er over havet. Låg viser samtidig at de største jorddybder er mest utbredt i nærheten av vassdragene. Den produktive skogsmarks gjennomsnittsbonitet vil derfor avta jo mer man fjerner seg fra vassdragene. Da bebyggelsen i Telemark er størst omkring vassdragene, finner vi den tetteste forgrening av det offentlige bilveinett i slike strøk. Vi skal derfor ikke se bort fra at de korte skogsveidistanser på høy produktiv skogsmark også kan skyldes at de høye boniteter særlig forekommer i nærheten av vassdragene, og i nærheten av et bilveinett, hvis opprinnelse vesentlig skyldes andre forhold enn hensynet til tømmertransporten.

Den gjennomsnittlige skogsveilengde øker imidlertid lite med avtagende bonitet. Dette kan gi grunnlag for et spørsmål om det er bygget for mye skogsbilveier på lav bonitet. Dette spørsmål kan ikke belyses ved generelle kalkyler for hele fylket under ett, idet man må ta de lokale forhold i betraktning i hvert enkelt tilfelle. Vi har imidlertid tidligere sett at skogen er dårligst behandlet hvor skogsveidistansen er størst. Nødvendigheten av å utbygge skogsveinettet videre er derfor iøyenfallende, men den sterke reduksjon i årlig transportmengde pr. dekar med avtagende bonitet viser at på de laveste boniteter bør en videre utbygging av veinettet først og fremst skje gjennom billige veier, f. eks. traktorveier.

forskjellige boniteter og veilengder.
site class and l ngth of road.

tet *class*							
4 + 5				1 – 5			
Tilvekst *Increment*		Transport-mengde *Transport volume*		Tilvekst *Increment*		Transport-mengde *Transport volume*	
m³	%	m³ × km	%	m³	%	m³ × km	%
197 740	67	197 740	38	949 286	76	949 286	51
73 970	25	258 895	50	215 461	17	754 113	40
8 267	3	62 002	12	21 355	2	160 161	9
63	–	630	–	301	–	3 010	–
14 540	5	–	–	60 117	5	–	–
294 580	100	519 267	100	1 246 520	100	1 866 570	100

IV. Lunningsforhold.

De sterkt kuperte terrengformasjoner i Telemark byr ofte på store vanskeligheter med å transportere tømmeret fra voksestedene i skogen frem til lunneplassene. For å gi et bilde av lunningsvanskelighetene, har vi delt den produktive skogsmark inn i taubanelier, taubaneplatåer, vinsjlende og annet terreng. Taubanelier er bratte, skogbevokste lier lengre enn 200 meter (fig. 4), og taubaneplatåer er skogbevokste platåer på oversiden av bratte li- eller fjellsider som er lengre enn 200 meter (fig. 5). Som tidligere nevnt, har vi begrenset taubaneterrenget til lier som gjennomsnittlig er brattere enn 33 %.

Vinsjlende er terreng hvor lunnedistansen er kortere enn 200 meter og så kupert at det er meget vanskelig eller umulig å lunne med hest (fig. 6). Det øvrige terreng er kalt «annet terreng». Det byr ikke på nevneverdige vanskeligheter for hestelunning.

Tabell 7 gir en oversikt over det produktive skogareals fordeling på forskjellig lunneterreng. Hele 1 924 500 dekar, eller 38 % av skogsmarken er klassifisert som vinsj- og taubaneterreng. Dette viser at det er et meget stort behov for taubaneutstyr i Telemarkskogene. Vinsj- og taubaneterrenget har forskjellig utbredelse i de forskjellige takstområder. Særlig er det meget av slikt terreng i Vest-Telemark, hvor hele 60 % av det produktive skogareal er beskrevet som vinsj- eller taubaneterreng.

20 % av det produktive skogareal er klassifisert som vinsjlende.

Fig. 4. Taubaneli. *Cableway slope.*

Det er derfor tydelig at det er behov for et stort antall lunnevinsjer. For lunnedistanser over 100 meter er det særlig aktuelt med vinsjlunning etter kabelkranmetoden (Samset 1955), men for kortdistanselunning opp til 100 meters lengde vil først og fremst lunning etter sleptaubanemetoden med traktormonterte vinsjer være aktuelt. Tabell 8 og 9 viser at det er sterkt behov for slike lunnemetoder, da det er forholdsvis mere hogstmoden skog på vinsjlende enn på pent terreng. Hvor den enkelte eiendom er for liten til å gjøre anskaffelse av lunnevinsj lønnsom, bør man søke å ordne seg med ambulerende lunnegjenger, eller ved fellestiltak fra skogeiernes side.

18 % av det produktive skogareal, eller 902 300 dekar, befinner seg på taubaneterreng. Av dette representerer 4 % taubaneplatåer og 14 % taubanelier. Taubaneplatåer er terreng der tyngdekraftdrevne taubaner kommer til anvendelse. Dette gjelder i første rekke

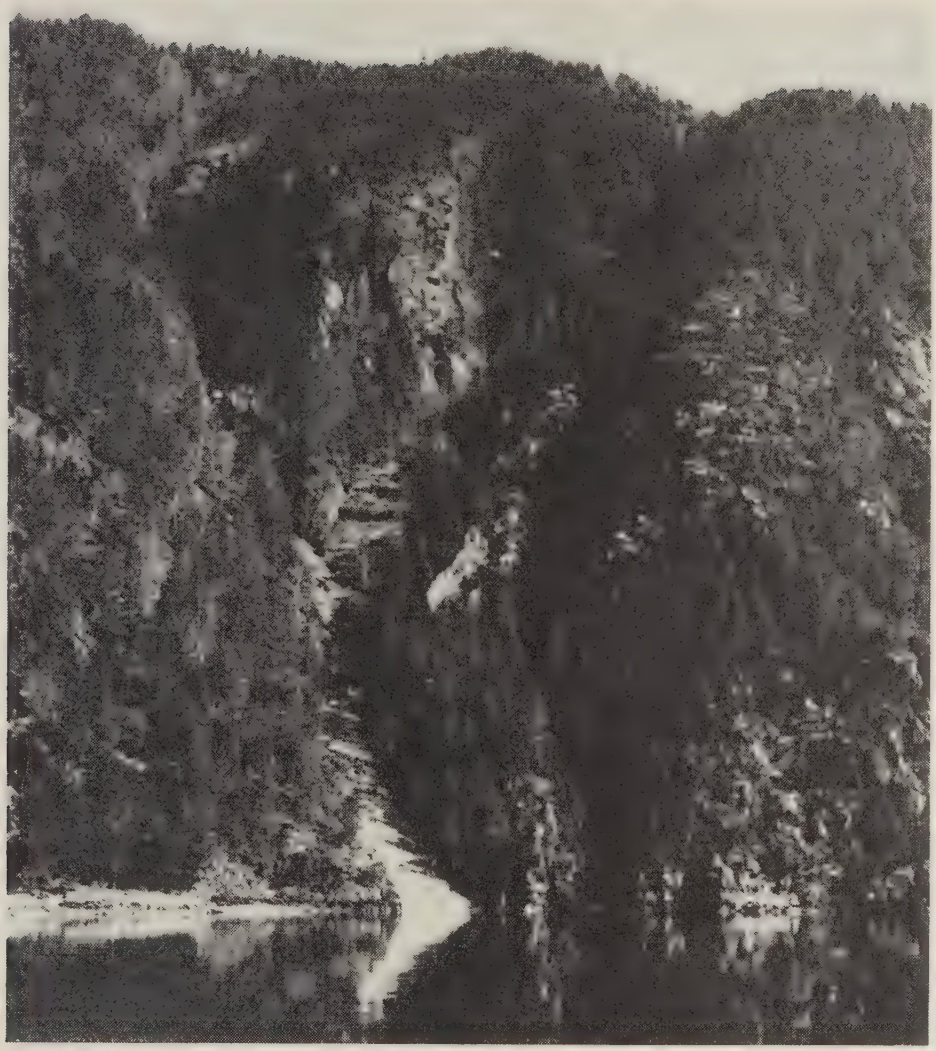


Fig. 5. Taubaneplatå på oversiden av stupbratt fjellside. *Cableway plateau above precipitous hillside.*

lette pendelbaner, men hvor det er små tømmerpartier på hvert sted blir det også aktuelt med løypestrenger. I taubaneliene vil hovedsakelig kabelkraner bli brukt til transporten. I begrenset utstrekning kan imidlertid også pendelbaner eller løypestrenger komme på tale, særlig der hvor skogen vokser i småplatåer oppetter lia. I enkelte tilfeller, hvor det er meget gunstig for veibygging langs de bratte lisider, og hvor skogproduksjonen er høy, kan driften også bli gjennomført som en kombinasjon av vinsjlunning og heste- eller traktortransport.

Skogens produksjonsevne i terreng med forskjellige lunnevanske-

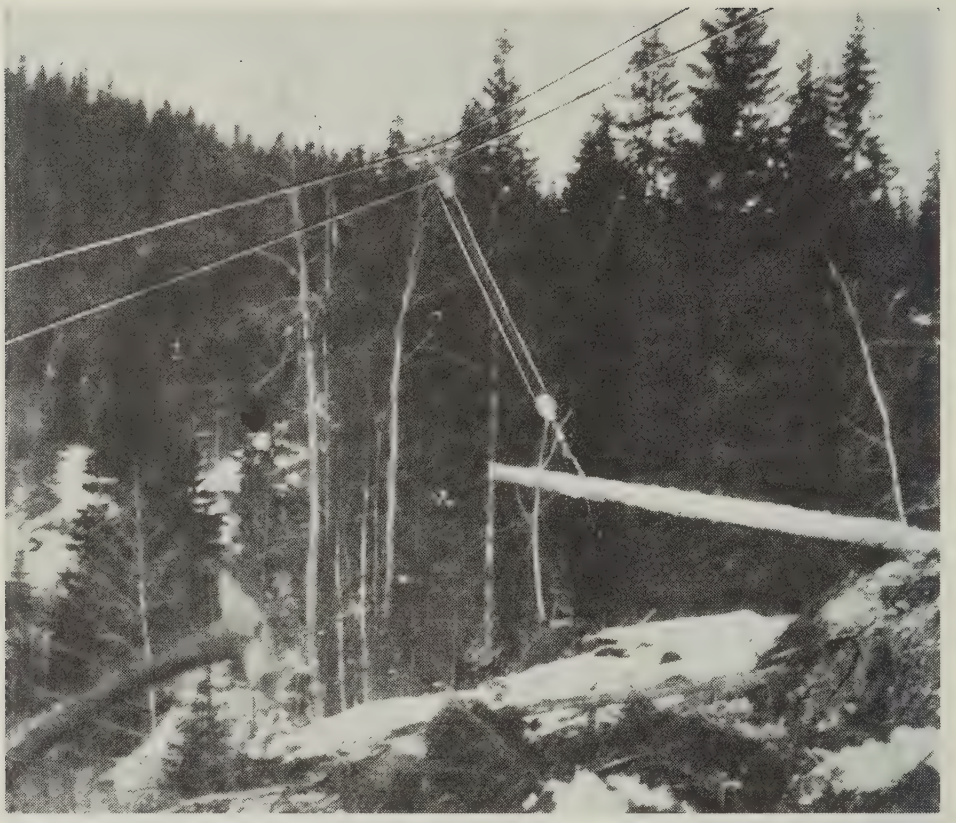


Fig. 6. Vinsjterreng. *Winch terrain.*

ligheter fremgår av tabell 7 og figur 7. Gjennomsnittlig for hele fylket er den prosentiske fordeling av arealene på forskjellige boniteter slik:

Bonitet	Taubanelier	Taubaneplatåer	Vinsjlende	Annet terreng
1 + 2	23 %	5 %	11 %	15 %
3	40 %	25 %	35 %	43 %
4 + 5	37 %	70 %	54 %	42 %
1 — 5	100 %	100 %	100 %	100 %

Ved siden av at taubaneliene representerer over 3 ganger så stort areal som taubaneplatåene er altså skogens produksjonsevne vesentlig større i taubaneliene. Oversikten viser også at taubaneliene har høyere gjennomsnittsbonitet enn vanlig skogterreng. Dette er bemerkelsesverdig og gir en pekepinn om hvilke muligheter man har for å øke skogproduksjonen om taubanelienes driftsvanskeligheter kan

Tabell 7. Arealets fordeling på driftsforhold.

Division of area according to operational conditions.

Område *District*	Bonitet *Site class*	Taubanelier *Cableway slopes*		Taubane-platåer *Cableway plateaux*		Vinsjforhold *Winch-conditions*		Annet terreng *Other terrain*		Sum *Total*	
		Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
Fyresdal og Nissedal	1 + 2	15 000	20	800	1	7 900	11	51 100	68	74 800	100
	3	34 900	17	5 400	3	17 900	8	153 300	72	211 500	100
	4 + 5	34 900	13	13 300	5	30 400	11	197 400	71	276 000	100
	1—5	84 800	15	19 500	3	56 200	10	401 800	72	562 300	100
Vest-Telemark	1 + 2	60 200	42	2 900	2	36 900	26	42 200	30	142 200	100
	3	102 500	25	16 000	4	116 700	29	167 600	42	402 800	100
	4 + 5	83 600	15	47 500	9	190 500	35	229 400	41	551 000	100
	1—5	246 300	23	66 400	6	344 100	31	439 200	40	1 096 000	100
Øst-Telemark	1 + 2	47 000	39	3 600	3	14 200	12	54 700	46	119 500	100
	3	72 500	15	10 500	2	51 500	11	335 000	72	469 500	100
	4 + 5	62 400	12	44 900	9	77 800	15	334 200	64	519 300	100
	1—5	181 900	16	59 000	5	143 500	13	723 900	66	1 108 300	100
Grenland ...	1 + 2	28 200	10	800	0	27 800	10	233 500	80	290 400	100
	3	52 300	10	10 400	2	77 200	14	399 000	74	538 900	100
	4 + 5	49 400	10	19 500	4	107 600	22	305 300	64	481 700	100
	1—5	129 900	10	30 700	2	212 600	16	937 800	72	1 311 000	100
Vestmar	1 + 2	9 000	7	1 600	1	26 800	20	99 200	72	136 600	100
	3	22 000	5	8 100	2	97 500	24	283 100	69	410 700	100
	4 + 5	28 400	7	14 700	4	141 500	34	226 000	55	410 600	100
	1—5	59 400	6	24 400	3	265 800	28	608 300	63	957 900	100
Hele fylket *County total*	1 + 2	159 400	21	9 700	1	113 600	15	480 700	63	763 500	100
	3	284 200	14	50 400	2	360 800	18	1 337 900	66	2 033 400	100
	4 + 5	258 700	12	139 900	6	547 800	24	1 292 400	58	2 238 600	100
	1—5	702 300	14	200 000	4	1 022 200	20	3 111 000	62	5 035 500	100

overvinnes. Forholdet kan forklares ved at boniteten er høyere i hellende enn i flatt terreng.

Tabell 8 og 9 viser hvorledes kubikk og tilvekstmassen fordeler seg på felter av forskjellige lunnevanskeligheter. Vi ser at skogen i vinsj- og taubanelende har en årlig tilvekst på over 450 000 m³, og det er vel 6 millioner kubikkmeter hogstmoden skog på slikt lende. Særlig er det av interesse å sammenligne kubikkmassen innen hogstklassene I + Va + Vb med den samlede kubikkmasse. Vi finner for-

Tabell 8. Kubikkmassens og tilvekstens *Division of volume and increment*

Område *District*	Taubanelier *Cableway slopes*			Taubaneplatåer *Cableway plateaux*		
	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekst m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekst m³ *Increment m³*
Fyresdal og Nissedal	653 500	323 800	25 103	123 300	31 700	4 869
Vest-Telemark	1 799 500	856 100	61 401	383 600	258 300	12 605
Øst-Telemark	1 559 300	662 700	50 665	361 900	152 700	11 778
Grenland	992 700	450 700	38 186	188 400	78 600	7 235
Vestmar	353 900	194 500	14 768	112 700	84 000	4 611
Hele fylket *County total*	5 358 900	2 487 800	190 123	1 169 900	605 300	41 098

holdsvis mere av hogstmoden skog i vinsj- og taubaneterreng enn i annet terreng. De vanskelige driftsforhold har sannsynlig hindret en rasjonell drift på slike steder. Situasjonen er verst på taubaneplatåene, hvor det finnes forholdsvis meget av hogstmoden skog (se også tabell 12). Dette er naturlig, fordi taubaneplatåene hittil har ligget utilgjengelig til. Det er derfor riktig å nå frem til disse tømmerpartier med

Tabell 9. Relativ fordeling av kubikk- og tilvekstmassen *Relative division of volume and increment*

Område *District*	Stående kubikkmasse *Standing volume*				
	Taubanelier *Cableway slopes*	Taubaneplatåer *Cableway plateaux*	Vinsjlende *Winch terrain*	Annet terreng *Other terrain*	Sum *Total*
Fyresdal og Nissedal	18	3	11	68	100
Vest-Telemark	27	6	30	37	100
Øst-Telemark	20	5	12	63	100
Grenland	10	2	15	73	100
Vestmar	6	2	27	65	100
Hele fylket *County total*	15,9	3,5	19,1	61,5	100,0

fordeling på driftsforhold.
according to operational conditions.

Vinsjlende *Winch terrain*			Annet terreng *Other terrain*			Sum *Total*		
Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekst m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekst m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekst m³ *Increment m³*
405 200	220 000	15 638	2 434 400	996 700	94 735	3 616 400	1 572 200	140 345
2 037 000	1 057 600	68 856	2 481 000	1 322 800	84 138	6 701 100	3 494 800	227 000
933 800	461 800	29 871	4 813 100	2 068 900	157 616	7 668 100	3 346 100	249 930
1 415 500	621 000	54 395	6 896 400	2 629 100	269 149	9 493 000	3 779 400	368 965
1 628 900	860 000	68 235	4 028 800	1 276 300	172 666	6 124 300	2 414 800	260 280
6 420 400	3 220 400	236 995	20 653 700	8 293 800	778 304	33 602 900	14 607 300	1 246 520

rasjonell drift i første omgang, bl. a. ved å sette i gang pendelbanedrifter.

Når det er noe mindre hogstmoden skog i taubaneliene enn på platåene, er antagelig en av årsakene at det også hittil har vært drevet frem en del virke ved hjelp av hestelunning langs stupbratte veier eller ved renning. En undersøkelse av antall skadde trær i tau-

på forskjellige driftsforhold.
according to operational conditions.

Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb *Volume in cutting class I+Va+Vb*					Tilvekstmasse *Increment*				
Taubanelier *Cableway slopes*	Taubaneplatåer *Cableway plateaux*	Vinsjlende *Winch terrain*	Annet terreng *Other terrain*	Sum *Total*	Taubanelier *Cableway slopes*	Taubaneplatåer *Cableway plateaux*	Vinsjlende *Winch terrain*	Annet terreng *Other terrain*	Sum *Total*
21	2	14	63	100	18	3	11	68	100
24	7	30	39	100	27	6	30	37	100
20	5	14	61	100	20	5	12	63	100
12	2	16	70	100	10	2	15	73	100
8	3	36	53	100	6	2	26	66	100
17,0	4,2	22,0	56,8	100,0	15,3	3,3	19,0	62,4	100,0

Tabell 10. Taubanearealets fordeling
Division of cableway area

Område *District*	Taubanefeltenes beliggenhet *Situation*	Lilengde *Length of slope*			
		200–600		600–1000	
		Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
Fyresdal og Nissedal..	Lier *Slopes*	34 100	40	41 600	49
	Platåer *Plateaux*	8 700	45	9 200	47
	Sum *Total*	42 800	41	50 800	49
Vest-Telemark	Lier *Slopes*	80 700	33	88 100	36
	Platåer *Plateaux*	10 600	16	34 800	52
	Sum *Total*	91 300	29	122 900	39
Øst-Telemark	Lier *Slopes*	40 400	22	54 300	30
	Platåer *Plateaux*	16 600	28	11 600	20
	Sum *Total*	57 000	24	65 900	27
Grenland	Lier *Slopes*	68 900	53	49 300	38
	Platåer *Plateaux*	18 700	61	11 200	36
	Sum *Total*	87 600	54	60 500	38
Vestmar	Lier *Slopes*	41 000	69	13 900	23
	Platåer *Plateaux*	11 000	45	13 400	55
	Sum *Total*	52 000	62	27 300	33
Hele fylket *County total*	Lier *Slopes*	265 100	38	247 200	35
	Platåer *Plateaux*	65 600	33	80 200	41
	Sum *Total*	330 700	37	327 400	36

baneliene ville imidlertid sikkert vise at disse lunnemetoder ikke har vært særlig hensynsfulle mot skogen. Da de største taubanearealer består av taubanelier, og da boniteten er høyere i taubaneliene enn på taubaneplatåene, ja til og med høyere enn i vanlig skogterreng, er det av overordentlig stor betydning å få taubaneliene over i rasjonell drift. Et av de viktigste hjelpemidler i denne forbindelse er kabelkranene. Dette vil sikkert bli den viktigste av taubanetypene for Telemarkskogene, og det er nødvendig at det blir lagt arbeid på å komme frem til en hensiktsmessig kabelkran som kan hjelpe til å dra nytte av de store produksjonsmuligheter som taubaneliene i Telemark byr på.

Tabell 10, 11 og 12 viser hvorledes det produktive skogareal samt kubikk- og tilvekstmassen fordeler seg på taubanefelter av forskjel-

på forskjellige lilengder.
according to length of slope.

i meter *in metres*						Li-arealer i % av områdets skogareal *Slope area as % of forest area in district*
1000–1500		> 1500		Sum *Total*		
Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	
9 100	11	–	–	84 800	100	15
1 600	8	–	–	19 500	100	3
10 700	10	–	–	104 300	100	18
65 200	26	12 300	5	246 300	100	22
12 800	19	8 200	13	66 400	100	6
78 000	25	20 500	7	312 700	100	28
65 300	36	21 900	12	181 900	100	16
26 800	45	4 000	7	59 000	100	5
92 100	38	25 900	11	240 900	100	21
11 700	9	–	–	129 900	100	10
800	3	–	–	30 700	100	2
12 500	8	–	–	160 600	100	12
4 500	8	–	–	59 400	100	6
–	–	–	–	24 400	100	3
4 500	5	–	–	83 800	100	9
155 800	22	34 200	5	702 300	100	14
42 000	20	12 200	6	200 000	100	4
197 800	22	46 400	5	902 300	100	18

lig lilengde. Beregnet med arealet som vekter er de gjennomsnittlige lilengder følgende:

Fyresdal og Nissedal	680 m
Vest-Telemark	850 m
Øst-Telemark	960 m
Grenland	620 m
Vestmar	580 m
Hele fylket	790 m

Opplysninger om lienes lengde har stor betydning for hvor lange taubaner som vanligvis vil komme på tale i de forskjellige distrikter. Det er vanlig å velge banelengder som er ca. 10 % lengre enn lileng-

Tabell 11. Kubikkmassens og tilvekstens fordeling på
Division of volume and increment according to

Område *District*	Taubanefeltenes beliggenhet *Situation*	200–600 m		
		Stående m^3 *Standing* m^3	m^3 i h.kl. I+Va+Vb *m^3 in cutting class I+Va+Vb*	Tilvekst m^3 *Increment* m^3
Fyresdal og Nissedal	Lier *Slopes*	258 700	142 200	9 858
	Platåer *Plateaux*	69 800	20 100	2 746
	Sum *Total*	328 500	162 300	12 604
Vest-Telemark	Lier *Slopes*	590 500	340 500	19 775
	Platåer *Plateaux*	71 700	40 400	2 404
	Sum *Total*	662 200	380 900	22 179
Øst-Telemark	Lier *Slopes*	312 600	135 500	10 135
	Platåer *Plateaux*	92 600	39 000	3 012
	Sum *Total*	405 200	174 500	13 147
Grenland	Lier *Slopes*	530 800	277 400	20 241
	Platåer *Plateaux*	119 300	45 500	4 598
	Sum *Total*	650 100	322 900	24 839
Vestmar	Lier *Slopes*	250 600	136 400	10 463
	Platåer *Plateaux*	60 300	45 900	2 463
	Sum *Total*	310 900	182 300	12 926
Hele fylket *County total*	Lier *Slopes*	1 943 200	1 032 000	70 472
	Platåer *Plateaux*	413 700	190 900	15 223
	Sum *Total*	2 356 900	1 222 900	85 695

dene. Da taubanene som regel er for kostbare til at driften blir begrenset til en enkelt taubaneli, må vi regne med at de blir flyttet fra sted til sted i løpet av sin levetid. Det er derfor av større interesse å få rede på hvor lange taubanene bør være for å dekke en vesentlig del av taubanearealet, enn oppgavene over lienes gjennomsnittslengde.

Det viser seg at den største del av taubaneterrenget, nemlig 73 % av arealet har kortere lilengder enn 1 000 meter. De lengste taubanelier finner man i Øst- og Vest-Telemark, hvor henholdsvis 11 % og 7 % av taubanearealet omfatter lengre lier enn 1500 meter. De korteste taubanelier finner man i Grenland og i Vestmar, hvor henholdsvis 54 % og 62 % av taubanearealet består av kortere lier enn 600 meter.

taubanefelter av forskjellig lilengde.
cableways on varying lengths of slope.

600–1000 m			1000–1500 m			> 1500 m		
Stående m³ *Standing m³*	m³ i h.kl. I+Va+Vb *m³ in cutting class I+Va+Vb*	Tilvekst m³ *Increment m³*	Stående m³ *Standing m³*	m³ i h.kl. I+Va+Vb *m³ in cutting class I+Va+Vb*	Tilvekst m³ *Increment m³*	Stående m³ *Standing m³*	m³ i h.kl. I+Va+Vb *m³ in cutting class I+Va+Vb*	Tilvekst m³ *Increment m³*
324 500	156 100	12 503	70 300	25 500	2 742	–	–	–
52 400	11 000	2 081	1 100	600	42	–	–	–
376 900	167 100	14 584	71 400	26 100	2 784	–	–	–
607 200	257 400	20 949	500 100	195 400	17 300	101 700	62 800	33 77
220 400	138 600	7 302	52 300	47 300	1 645	39 200	32 000	1 254
827 600	396 000	28 251	552 400	242 700	18 945	140 900	94 800	46 31
427 100	212 100	13 623	594 800	260 100	19 266	224 800	55 000	7 641
64 900	33 500	2 069	182 800	76 300	5 951	21 600	3 900	746
492 000	245 600	15 692	777 600	336 400	25 217	246 400	58 900	8 387
333 200	127 900	12 971	128 700	45 400	4 974	–	–	–
57 700	33 100	2 180	11 400	–	457	–	–	–
390 900	161 000	15 151	140 100	45 400	5 431	–	–	–
79 400	53 500	3 273	23 900	4 600	1 032	–	–	–
52 400	38 100	2 148	–	–	–	–	–	–
131 800	91 600	5 421	23 900	4 600	1 032	–	–	–
1 771 400	807 000	63 319	1 317 800	531 000	45 314	326 500	117 800	11 018
447 800	254 300	15 780	247 600	124 200	8 095	60 800	35 900	2 000
2 219 200	1 061 300	79 099	1 565 400	655 200	53 409	387 300	153 700	13 018

V. Generell beskrivelse av terrenget utenom taubanefeltene.

Ovenfor har vi diskutert en del av de skog- og terrengforhold som har betydning for lunne- og transportarbeidene i skogen. Enkelte av disse forhold har også betydning for andre skogsarbeider. Det er f. eks. vanskeligere å hogge tømmer i bratt taubaneterreng enn i flatt lende. Videre kan vi regne med at kulturarbeider som maskinell markberedning foreløpig er vanskelig eller umulig å gjennomføre i taubanelende. Vi skal dog ikke se bort fra at markberedning med vinsjutstyr kan komme på tale i slike tilfeller.

I den del av skogterrenget som ikke er taubanelier eller platåer, har vi foretatt en beskrivelse av terrengets hellingsforhold og jevnhet i terrengoverflaten. Beskrivelsen har særlig betydning for vur-

Tabell 12. Oversikt over kubikkmassen pr. dekar, samt kubikkmassen i hogstklassene
Volume per decare, including volume in cutting class I + Va + Vb,

Område *District*	Taubanefeltenes beliggenhet *Situation*	200–600 m		600–1000 m	
		m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ cutting class I+Va+Vb*
Fyresdal og Nissedal	Lier *Slopes*	7,6	55,0	7,8	48,1
	Platåer *Plateaux*	8,0	28,7	5,7	21,0
	Sum *Total*	7,7	49,4	7,4	44,3
Vest-Telemark	Lier *Slopes*	7,3	57,7	6,9	42,4
	Platåer *Plateaux*	6,8	56,3	6,3	62,9
	Sum *Total*	7,3	57,5	6,7	47,8
Øst-Telemark	Lier *Slopes*	7,7	43,3	7,9	49,7
	Platåer *Plateaux*	5,6	42,1	5,6	51,6
	Sum *Total*	7,1	43,1	7,5	49,9
Grenland	Lier *Slopes*	7,7	52,3	6,8	38,4
	Platåer *Plateaux*	6,4	38,1	5,2	57,4
	Sum *Total*	7,4	49,7	6,5	41,2
Vestmar	Lier *Slopes*	6,1	54,4	5,7	67,4
	Platåer *Plateaux*	5,5	76,1	3,9	72,7
	Sum *Total*	6,0	58,6	4,8	69,5
Hele fylket *County total*	Lier *Slopes*	7,3	53,1	7,2	45,6
	Platåer *Plateaux*	6,3	46,1	5,6	56,8
	Sum *Total*	7,1	51,9	6,8	47,8

dering av hogstvanskeligheter, samt muligheten for å utføre arbeider der man er avhengig av å kjøre utenom vei i terrenget med traktor (traktorredskap m. v.). Beskrivelsen har også interesse for vurdering av vanskelighetsforhold under anlegg av nye skogsveier. Da såvel hellingen som jevnheten har betydning for en slik vurdering, bør man se disse terrengegenskaper under ett. Til å begynne vil vi imidlertid studere dem hver for seg.

1. *Skogterrengets hellingsforhold.*

Hermed mener vi de lokale hellingsforhold innen de enkelte skogbestand. Tabell 13, 14 og 15 viser det produktive skogareals, samt kubikk- og tilvekstmassens fordeling på terreng med forskjel-

I + Va + Vb i % av hele kubikkmassen på forskjellige taubanefelter.
as a % of total volume on various cableway areas.

1000–1500 m		> 1500 m		Sum	
m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb *% of m³ in cutting class I+Va+Vb*
7,7	36,3	–	–	7,7	49,5
0,7	54,5	–	–	6,3	25,7
6,7	36,6	–	–	7,4	45,8
7,7	39,1	8,3	61,8	7,3	47,6
4,1	90,4	4,8	81,6	5,8	67,3
7,1	43,9	6,9	67,3	7,0	51,0
9,1	43,7	10,3	24,5	8,6	42,5
6,8	41,7	5,4	18,1	6,1	42,2
8,4	43,3	9,5	23,9	8,0	42,4
11,0	35,3	–	–	7,6	45,4
14,3	–	–	–	6,1	41,7
11,2	32,4	–	–	7,4	44,8
5,3	19,2	–	–	6,0	55,0
–	–	–	–	4,6	74,5
5,3	19,2	–	–	5,6	59,7
8,5	40,3	9,5	36,1	7,6	46,4
5,9	50,2	5,0	59,0	5,8	51,7
7,9	41,9	8,3	39,7	7,2	47,4

lig helling. Er terrenget flatere enn 10 %, kan man uten vider kjøre med vanlig hjultraktor overalt, hvis det er jevnt nok og bakken er fast. Er terrenghellingen 10–20 %, kommer man også som regel frem med hjultraktor, men kjøringen byr ofte på vanskeligheter. Derimot er det vanskelig eller umulig å kjøre med slik traktor når det er brattere enn 20 %. I terreng utenom taubanefelter varierer hellingsforholdene lite fra takstområde til takstområde. Av tabell 13 ser man at 63 % av arealet er flatere enn 20 %. 23 % av arealet heller 20–33 % og 14 % av arealet er brattere enn 33 %. Det er også interessant å merke seg at det er forholdsvis mere hogstmoden skog jo brattere terrenget er. Gjennomsnittlig for terreng utenom taubanefelter representerer kubikkmassen i hogstklassene I + Va + Vb følgende del av kubikkmassen i fylket:

Tabell 13. Areal utenom taubanelier og taubaneplatåer.
Area outside of cableway slopes and plateaux.

Område *District*	< 10 %		10–20 %	
	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
Fyresdal og Nissedal	160 800	35	136 300	30
Vest-Telemark	157 000	20	253 600	33
Øst-Telemark	262 600	30	304 500	35
Grenland	338 600	30	383 500	33
Vestmar	295 200	34	311 100	36
Hele fylket *County total*	1 214 200	29	1 389 000	34

Terrenghelling	Hogstklasse I + Va + Vb
< 10 %	39 %
10–20 %	43 %
20–33 %	42 %
> 33 %	48 %
Kløfter m. v.	13 %

Det er antagelig hogst og lunnevanskelighetene i det bratteste terreng som har ført til at skogen er relativt dårligere behandlet i bratt enn i flatt lende.

Tabell 14. Kubikkmasse og tilvekst i skog utenom taubanelier og taubaneplatåer.
Volume and increment in forests other than on cableway slopes and plateaux.

Område *District*	< 10 %			10–20 %			20–33 %		
	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*
Fyresdal og Nissedal	914 800	385 000	35 473	807 300	339 300	31 410	697 300	281 000	27 338
Vest-Telemark	787 900	417 700	26 801	1 348 100	724 700	45 555	1 241 400	631 100	42 173
Øst-Telemark	1 614 200	651 300	53 419	1 941 100	834 200	63 327	1 544 600	750 000	49 583
Grenland	2 421 000	842 100	94 774	2 692 500	1 124 200	104 885	2 071 000	766 900	80 665
Vestmar	1 726 300	639 400	73 584	2 077 300	784 900	88 431	1 255 800	453 800	53 553
Hele fylket *County total*	7 464 200	2 941 500	284 051	8 866 300	3 807 300	333 608	6 810 100	2 882 800	253 312

Fordeling på forskjellig terrenghelling.
Division according to steepness of terrain.

20–33 %		> 33 %		Kløfter m. m. *Clefts etc.*		Sum *Total*	
Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
97 200	21	63 300	14	400	–	458 000	100
213 400	27	155 200	20	4 100	–	783 300	100
204 400	24	95 500	11	400	–	867 400	100
270 800	23	157 500	14	–	–	1 150 400	100
176 800	20	91 000	10	–	–	874 100	100
962 600	23	562 500	14	4 900	–	4 133 200	100

2. *Skogterrengets jevnhet.*

Jevnheten har stor betydning for fremkommeligheten når man kjører utenfor vei. Er terrenget flatt nok kan man uten vanskelighet kjøre i helt jevnt terreng med hjultraktor. I storsteinet og hauget terreng (fig. 8 og 9) kan man også vanligvis ta seg frem med hjultraktor, men det byr ofte på vanskeligheter hvis ikke traktoren har firehjulsdrift. Små beltetraktorer tar seg som oftest godt frem i dette terreng. Hvis terrenget er bratt samtidig som det er storsteinet og hauget, er kjøring med terrenggående traktor vanskelig eller umulig, og vi kan også få vanskeligheter med hestelunning. Vinsjterrenget er

Fordeling på forskjellig terrenghelling.
Division according to steepness of terrain.

> 33 %			Kløfter m. m. *Clefts, etc.*			Sum *Total*		
Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*
414 400	211 400	15 916	5 800	0	236	2 839 600	1 216 700	110 373
1 122 900	606 900	37 807	17 700	0	654	4 518 000	2 380 400	152 990
643 600	285 800	21 064	3 400	3 400	94	5 746 900	2 530 700	187 487
1 127 400	516 900	43 219	0	0	0	8 311 900	3 250 100	323 543
598 300	258 200	25 330	0	0	0	5 657 700	2 136 300	240 898
3 906 600	1 879 200	143 336	26 900	3 400	984	27 074 100	11 514 200	1 015 291

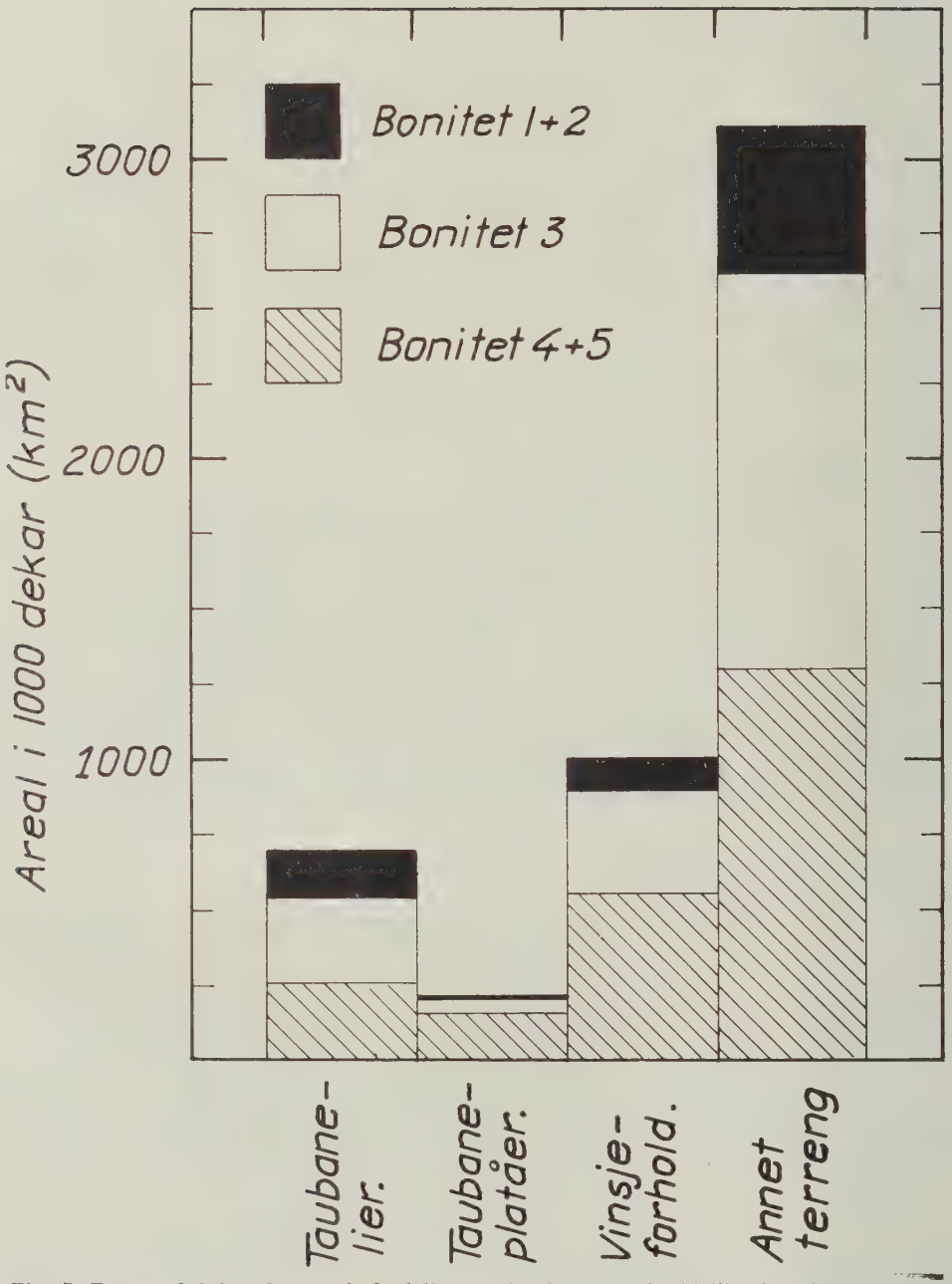


Fig. 7. Det produktive skogareals fordeling på boniteter og forskjellig slags lunneterreng.
Division of productive forest land according to site class and type of skidding terrain.

derfor utbredt i den bratteste delen av det storsteinete og haugete terreng, samt i terreng klassifisert som blokkmark og ur (fig. 10) og som småkupert og kløftet terreng.

Fig. 8. Storsteinet og hauget terreng. *Terrain with large stones and other obstacles.*

Klassifiseringen i jevnhetsgrader har også interesse for andre arbeider i skogen. Storsteinet og hauget terreng skaper vanskeligheter for kulturarbeider, hogstarbeider m. v., og er terrenget enda mer ujevnt kan man f. eks. se bort fra kulturarbeider med maskinelle hjelpemidler.

Tabel 16, 17 og 18 gir en oversikt over hvorledes det produktive skogareal utenom taubanefeltene, samt kubikk- og tilvekstmassen fordeler seg på terreng av forskjellig jevnhet. 48 % av dette terreng er karakterisert som helt jevnt. 42 % av arealet er storsteinet og hauget, mens 9 % av arealet er enda mer ujevnt. Særlig er skogterrenget ujevnt i Vestmar.

Vi har tidligere sett flere steder, at jo større driftsvanskelighetene er, dess mere er det av hogstmoden og upleiet skog. Driftsvanskelig-

Fig. 9. Storsteinet og hauget terreng. *Terrain with large stones and other abstacles.*

hetene har også ført til en mindre intensiv skogbehandling i ujevnt terreng. Mens 40 % av kubikkmassen i helt jevnt terreng er hogstmoden, er ca. 45 % hogstmoden når terrenget er storsteinet og hauget, eller består av kløfter og småstup. Forholdet går altså igjen overalt hvor det er vanskelige driftsforhold eller lange transportveier i skogen. Det lærer oss at man i årene fremover ikke bare må søke å bedre skogtilstanden gjennom rent skogskjøtselsmessige tiltak. En bedring av forholdene forutsetter at vi legger et betydelig arbeid på å fremme driftstekniske tiltak for å overvinne driftsvanskelighetene, så

Fig. 10. Blokkmark. *Boulder-strewn and rocky ground.*

slike arealer også kan bli åpnet for en intensiv skogbehandling. Jeg tenker på tiltak som en utvidet skogsveibygging, bruk av vinsj og wire i skogbruket m. v. Men like viktig er det at vi i årene fremover legger arbeid på å tilpasse skogbehandlingen etter de driftstekniske tiltak som her kommer på tale.

I denne forbindelse er det interessant å merke seg at bare 39,6 % av kubikkmassen er registrert som hogstmoden skog i så vanskelig terreng som blokkmark og ur. Dette skyldes sikkert ikke at skogbehandlingen er bedre på slike steder enn f. eks. på storsteinet og

Tabell 15. Skog utenom taubanelier og taubaneplatåer. Oversikt over
Forest other than cableway slopes and plateaux. Volume per decare and volume

Område *District*	< 10 %		10–20 %	
	m^3/dekar *m^3/decare*	% av m^3 i h.kl. I+Va+Vb *% of m^3 in cutting class I+Va+Vb*	m^3/dekar *m^3/decare*	% av m^3 i h.kl. I+Va+Vb *% of m^3 in cutting class I+Va+Vb*
Fyresdal og Nissedal	5,7	42,1	5,9	42,0
Vest-Telemark	5,0	53,0	5,3	53,8
Øst-Telemark	6,1	40,7	6,4	43,0
Grenland	7,2	34,8	7,0	41,8
Vestmar	5,8	37,0	6,7	37,8
Hele fylket *County total*	6,1	39,4	6,4	42,9

hauget skogsmark. Det ligger nærmere å forklare forholdet med at trærne har funnet tilfeldige voksesteder i jordfylte kløfter eller sprekker mellom steinene og blokkene. Dette gir ofte et skogbilde med ujevn aldersklassefordeling, hvor plukkhogst eller dimensjonshogst har vært den fremherskende behandlingsform. Slike ujevnaldrede bestand blir imidlertid oftest ført i hogstklassene III eller IV.

I tabell 19 og 20 er det produktive skogareal utenom taubanefeltene fordelt både på terrenghelling og jevnhet. Om vi regner med storsteinet og hauget terreng flatere enn 20 %, er altså halvparten av

Tabell 16. Areal utenom taubanelier og taubaneplatåer.
Area other than cableway slopes and plateaux.

Område *District*	Helt jevnt terreng *Quite regular terrain*		Storsteinet og hauget terreng *Terrain with large stones and other obstacles*	
	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
Fyresdal og Nissedal	345 800	76	92 200	20
Vest-Telemark	432 600	55	280 000	36
Øst-Telemark	394 800	46	422 200	49
Grenland	598 300	52	443 400	39
Vestmar	248 100	29	508 900	58
Hele fylket *County total*	2 019 600	49	1 746 700	42

kubikkmassen pr. dekar og kubikkmassen i h.kl. I + Va+ Vb i % av hele kubikkmassen.
in cutting class I + Va + Vb as % of total volume.

20–33 %		> 33 %		Kløfter m. m. *Clefts, etc.*		Sum *Total*	
m³/dekar *m³/decare*	% av–m³ i h.kl. I+Va+V % *of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb % *of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb % *of m³ in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av m³ i h.kl. I+Va+Vb % *of m³ in cutting class I+Va+Vb*
7,2	40,3	6,5	51,0	14,5	–	6,2	42,8
5,8	50,8	7,2	54,0	4,3	–	5,8	52,7
7,6	48,6	6,7	44,4	8,5	100,0	6,6	44,0
7,6	37,0	7,2	45,8	–	–	7,2	39,1
7,1	36,1	6,6	43,2	–	–	6,5	37,8
7,1	42,3	6,9	48,1	5,5	12,6	6,6	42,5

arealet utenom taubanefeltene traktorlende. Imidlertid vil en del av det brattere lende innenfor den vanskeligste del av storsteinet og hauget terreng ikke være fremkommelig med traktor. På den annen side vil man også i vanskeligere og brattere lende enn det som her er nevnt kunne ta seg frem med traktor langs enkelte drag i terrenget. Dette gjelder kjøring utenfor vei.

Tabell 19 og 20 gir også en orientering om de muligheter terrenget byr på når det gjelder skogsveibygging utenom taubanefeltene. For å få full oversikt over problemet, måtte man for det første vite

Fordeling på forskjellig terreng-jevnhet.
Division according to terrain irregularities.

Blokkmark og ur *Boulder-strewn and rocky ground*		Småstup og kløfter *Low, sheer rock faces and small clefts*		Sjenerende forsumpning *Inconvenient swamp areas*		Sum *Total*	
Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%	Dekar *Decare*	%
9 500	2	10 100	2	400	–	458 000	100
16 300	2	49 200	6	5 200	1	783 300	100
14 700	1	35 300	4	400	–	867 400	100
31 800	3	72 800	6	4 100	–	1 150 400	100
32 900	4	71 300	8	12 900	1	874 100	100
105 200	3	238 700	6	23 000	–	4 133 200	100

Tabell 17. Kubikkmasse og tilvekst i skog utenom taubanelier og platåer.
Volume and increment in forests other than on cableway slopes and plateaux.

Område *District*	Helt jevnt terreng *Quite regular terrain*			Storsteinet og hauget terreng *Terrain with large stones and other obstacles*			Blokkmark og ur *Boulder-strewn and rocky ground*		
	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*
Fyresdal og Nissedal	2 056 600	907 800	79 706	638 200	260 800	25 000	61 000	26 300	2 358
Vest-Telemark ...	2 622 300	1 274 900	89 580	1 482 600	918 800	49 280	121 500	69 100	4 070
Øst-Telemark	2 690 600	1 081 600	88 588	2 755 000	1 308 000	89 218	105 800	40 700	3 473
Grenland	4 447 500	1 649 500	174 146	3 047 200	1 265 000	117 924	281 500	90 400	10 948
Vestmar	1 517 800	379 600	65 649	3 404 800	1 442 600	144 197	179 700	70 400	7 617
Hele fylket *County total*	13 334 800	5 293 400	497 669	11 327 800	5 195 200	425 619	749 500	296 900	28 466

Tabell 18. Skog utenom taubanelier og taubaneplatåer. Oversikt over kubikkmasse pr. dekar
Forest other than cableway slopes and plateaux. Volume per decare

Område *District*	Helt jevnt terreng *Quite regular terrain*		Storsteinet og hauget terreng *Terrain with large stones and other obstacles*	
	m³/dekar *m³/decare*	% av kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb *% of volume in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb *% of volume in cutting class I+Va+Vb*
Fyresdal og Nissedal	5,9	44,1	6,9	40,9
Vest-Telemark	6,1	48,6	5,3	62,0
Øst-Telemark	6,8	40,2	6,5	47,5
Grenland	7,4	37,1	6,9	41,5
Vestmar	6,1	25,0	6,7	42,4
Hele fylket *County total*	6,6	39,7	6,5	45,9

Fordeling på forskjellig terrengforhold.

Division according to varying terrain conditions.

Småstup og kløfter *Low, sheer rock faces and small clefts*			Sjenerende forsumpning *Inconvenient swamp areas*			Sum prod. skogsmark *Total productive forest land*		
Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*	Stående kubikkmasse m³ *Standing volume m³*	Kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb m³ *Volume in cutting class I+Va+Vb m³*	Tilvekstmasse m³ *Increment m³*
82 800	20 800	3 272	1 000	1 000	36	2 839 000	1 216 700	110 372
272 600	105 800	9 431	19 000	11 800	630	4 518 000	2 380 400	152 991
193 200	100 400	6 125	2 300	–	83	5 746 900	2 530 700	187 487
516 600	240 000	19 742	19 100	5 200	784	8 311 900	3 250 100	323 544
479 300	228 500	20 148	76 100	15 200	3 288	5 657 700	2 136 300	240 899
1 544 500	695 500	58 718	117 500	33 200	4 821	27 074 100	11 514 200	1 015 293

og kubikkmasse i h.kl. I + Va + Vb i % av hele kubikkmassen.

and volume in cutting class I + Va + Vb as % of total volume.

Blokkmark og ur *Boulder-strewn and rocky ground*		Småstup og kløfter *Low, sheer rock faces and small clefts*		Sjenerende forsumpning *Inconvenient swamp areas*		Sum prod. skogsmark *Total productive forest land*	
m³/dekar *m³/decare*	% av kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb *% of volume in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb *% of volume in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av kubikkmasse i h.kl. I+Va+Vb *% of volume in cutting class I+Va+Vb*	m³/dekar *m³/decare*	% av kubikkmasse i h.kl I+Va+Vb *% of volume in cutting class I+Va+Vb*
6,4	43,1	8,2	25,1	2,5	100,0	6,2	42,8
7,5	56,9	5,5	38,8	3,7	62,1	5,8	52,7
7,2	38,5	5,5	52,0	5,8	–	6,6	44,0
8,9	32,1	7,1	46,5	4,7	27,2	7,2	39,1
5,5	39,2	6,7	47,7	5,9	20,0	6,5	37,8
7,1	39,6	6,5	45,0	5,1	28,3	6,6	42,5

Tabell 19. Det produktive skogareals fordeling på hellings- og jevnhetsklasser.
Division of productive forest land according to steepness and regularity.

Jenvhet *Regularity* / Helling *Steepness*	Helt jevnt terreng *Quite regular terrain*		Storsteinet og hauget terreng *Large stones and other obstacles*	
	Dekar *Decare*	Derav i h.kl I+Va+Vb *Amount in cutting class I+Va+Vb*	Dekar *Decare*	Derav i h.kl. I+Va+Vb *Amount in cutting class I+Va+Vb*
< 10 %	782 800	388 200	391 800	222 300
10–20 %	677 000	351 700	625 600	356 600
20–33 %	402 100	220 200	468 200	248 600
> 33 %	157 300	92 300	260 700	154 000
Kløfter m. m. *Clefts, etc.*	400	–	400	–
Sum *Total*	2 019 600	1 052 400	1 746 700	981 500

hvor mye veier som er bygget og hvor meget en ombygging og nyanlegg ville koste. En slik analyse er ikke foretatt. Ved hjelp av tabell 20 kan man dog slutte seg til, at for over halvparten av arealets vedkommende, vil skogsveibygging falle meget kostbart.

Ivar Samset

Litteratur.

Freden, Erland (1956): Axeltrycksproblemet och transportkostnaderna. Stockholm.

Fryjordet, Torgeir (1956): Forelesninger i driftsøkonomi. Skrivemaskinstua. — Oslo.

Kinnman, Gunno (1949): Kompendium i flottledsbyggnad och flottning. Skogshögskolan. — Stockholm.

Landsskogtakseringen (1956): Taksering av Norges skoger. Telemark Fylke. — Oslo.

Låg, J. (1954): Undersøkelse av skogsjorda i Telemark Fylke ved Landsskogtakseringens markarbeid sommeren 1954. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 45.— Vollebekk.

Samset, Ivar (1951): Markberedning med maskiner og håndkraft. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 39. — Vollebekk.

— (1955): Om lunning med to-tromlet skogbruksvinsj. Skogeieren nr. 2. — Oslo.

(1956): Tømmertransport med hest og traktor på snepakkede veier. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 47. — Vollebekk.

Areal utenom taubanelier og taubaneplatåer.

Area other than cableway slopes and plateaux.

Blokkmark og ur *Boulder-strewn and rocky ground*		Sterkt kupert *Very rugged*		Sjenerende forsumpning *Inconvenient swamp areas*		Sum *Total*	
Dekar *Decare*	Derav i h.kl. I+Va+Vb *Amount in cutting class I+Va+Vb*	Dekar *Decare*	Derav i h.kl. I+Va+Vb *Amount in cutting class I+Va+Vb*	Dekar *Decare*	Derav i h.kl. I+Va+Vb *Amount in cutting class I+Va+Vb*	Dekar *Decare*	Derav i h.kl. I+Va+Vb *Amount in cutting class I+Va+Vb*
6 500	2 900	22 100	11 900	11 000	5 400	1 214 200	630 700
20 000	9 400	61 600	37 400	4 800	2 800	1 389 000	757 900
31 000	9 800	58 500	30 600	2 800	800	962 600	510 000
46 900	24 300	94 000	46 900	3 600	1 600	562 500	319 100
800	400	2 500	–	800	–	4 900	400
105 200	46 800	238 700	126 800	23 000	10 600	4 133 200	2 218 100

Operational Conditions in the Telemark Forests.

I. Introduction.

In carrying out a forest survey, the usual endeavour is to obtain information regarding area, volume and increment, as well as the condition of the forest, its composition and development. It is, in other words, the capacity of the forest to produce raw material which is of major interest. The degree to which this production of raw material can be utilised, however, depends upon operational conditions. It is, therefore, of interest to describe the forest terrain insofar as felling and logging operations, etc, are concerned, in addition to the survey of the forest production itself.

In this investigation such a survey will be given of the operational conditions in a larger forest area. The purpose of the investigation is to describe the forest terrain, so that a basis is obtained on which to judge what working or operational methods are appropriate in order to utilise the forest products in the area. Together with the specifications of the forest production itself, this description forms also the basis for calculations concerning questions such as forest workers required, type and extent of technical and other assistance to be considered, etc.

This investigation was carried out in the county of Telemark, where the operational conditions show a marked variation from one forest to another, ranging from even, flat forest terrain without special

Tabell 20. Prosentisk fordeling av det produktive skogareal utenom taubanelier og taubaneplatåer.
Percentage classification of productive forest land, other than cableway slopes and plateaux.

Helling *Steepness* / Jevnhet *Regularity*	Helt jevnt terreng *Quite regular terrain*	Storsteinet og hauget terreng *Large stones and other obstacles*	Blokkmark og ur *Boulder-strewn and rocky ground*	Småstup og kløfter *Low, sheer rock faces and clefts*	Sjenerende forsumpning *Inconvenient swamp areas*	Sum *Total*
< 10 %	19,0 %	9,5 %	0,1 %	0,5 %	0,3 %	29,4 %
10–20 %	16,4 %	15,1 %	0,5 %	1,5 %	0,1 %	33,6 %
20–33 %	9,7 %	11,3 %	0,8 %	1,4 %	0,1 %	23,3 %
> 33 %	3,8 %	6,3 %	1,1 %	2,3 %	0,1 %	13,6 %
Klofter m. m. *Clefts, etc.*	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %
Sum *Total*	48,9 %	42,2 %	2,5 %	5,8 %	0,6 %	100 %

dificulties for forestry work, to very difficult and steep fell forests. Telemark lies in the southern part of Norway, and has a total area of 15.3 million decares (1 decare = 0,1 hectares). The area is divided as follows:—

Productive forest land below the coniferous tree limit	5035500	dec.
Pastures, etc.	729100	»
Marshland	520100	»
Unproductive land	1457300	»
Water	866300	»
Area above the coniferous tree limit (mainly mountains)	6686700	»
Total	15295000	»

II. Collection and treatment of the material.

The material was collected in connection with the National Forest Survey of Telemark county in 1954. Simultaneously with the other production investigations (Landsskogtakseringen 1956), a classification of the terrain difficulties appertaining to felling and logging operations was made, in which the following categories are made use of:—

1. *Length of horse- or tractor-road* from the forest to the nearest delivery place for the product, e. g. main road, river drive, etc. The distance is given, regardless of whether the road is built or not, and the team leader made use of maps with an exact scale of 1:50,000, as well as information from people familiar with the district, in deciding the route over which the timber could be transported. Where

the terrain is classified as winch terrain or cableway, the distance is given from the upper landing or lower end of the cableway to the delivery place. Where the cableway lies immediately adjacent to the road, river drive, etc., so that the need for horse, or tractor-road does not arise, the terrain is shown under the column «No road posibilities». The distance is classified according to length of road, and in the treatment the mean value of the distance classification is used as average length of road. For distances of over 10 km., however, 10 km. has been regarded as the average length of road for the classification. This has resulted in the computed average distances being too short, but since only 0,05 % of the productive forest area in Telemark has longer road distances than 10 km., this factor has hardly any significance.

Distance classification	Average length of road used
0– 2 km.	1.0 km.
2– 5 km.	3.5 km.
5–10 km.	7.5 km.
> 10 km.	10.0 km.
No road possibilities.	

2. *Winch conditions.* Whether the terrain on which the forest grows is classified as winch terrain or as ordinary skidding conditions is determined by the skidding difficulties. Where the terrain is so rugged that it is very difficult or impossible to skid with horses, it has been termed winch terrain. The terrain otherwise, with the exception of cableway areas, is classified as ordinary operational conditions. The winch conditions, therefore, include steep slopes where the skidding distance is shorter than 200 metres, regardless of whether the timber must be skidded upwards or downwards. Flatter, but very rugged terrain is also classified as winch conditions, i. e. boulderstrewn ground, gorges and steep, narrow ravines.

3. *Cableway slopes.* Where the forest grows on steep slopes, the length of which is greater than 200 metres, the terrain is designated as a cableway slope. The assumption is that the average incline from the valley floor to the highest point of the cableway or the tree limit is steeper than 33 % (1:3). The team leader made use of contour maps with an exact scale of 1:50,000 and contour intervals of 30 metres, in estimating the average incline of the slope The classification involves, however, no estimation of the suitability of the conditions for cableway operations. This is omitted, as cableways are still too little known

generally. It cannot be assumed that the team leader for the survey party is aware of the possibilities for cableway operations. It is possible that some of the slopes which are included in this description can also be operated in other ways, for example, by horse transport. On the other hand, even gravity driven cableways can usually be employed on slopes as flat as approximately 20 %. By including only steeper slopes than 33 %, it must therefore be appreciated that the area and volume of the cableway slopes are cautiously assessed.

The length of the cableway slopes along the terrain from the valley floor to the highest point of the cableway is placed in the following length classifications:—

200— 600 metres
600—1000 »
1000—1500 »
over 1500 »

4. *Cableway planteaux.* These include forest-clad plateaux on the upper levels of steep hill- or mountain-sides. The calculations here are based upon that part of the plateau which offers the most convenient route, and continued to the end of the slope, e. g. by cableway. The incline of the slope and its length are classified in the same way as for cableway slopes.

5. *Slope of terrain.* This description refers to the slope of the terrain within the forest stands, regardless of the average incline of the hillside. The slope was measured by instrument at each sample plot, the following classifications being used:—

Flatter than 10 %
10—20 %
20—33 %
Steeper than 33 %
Low, sheer rock faces and small clefts.

6. *Regularity of terrain.* Here the irregularities in the surface of the individual forest stands have been taken into consideration, regardless of whether the terrain is flat or sloping. The following classifications have been used:—

Quite regular terrain.
Terrain with large stones and other obstacles.
Boulder-strewn and rocky ground.
Low, sheer rock faces and small clefts.
Inconvenient swamp areas.

As an indication as to whether the terrain can be regarded as regular, or as terrain with large stones and other obstacles, the number

of irregularities per decare have been calculated. Where there are more than 100 irregularities per decare, the terrain is classified as having large stones and other obstacles. By inconvenient swamp areas is meant that the surface of the terrain is too soft to bear either horse or tractor when the ground is not frozen.

Before the survey was begun, the team leaders of the survey parties were assembled for a two-day instruction course. The above-mentioned methods of classification were gone through theoretically, and tried out by means of practical exercises on the terrain. In this way, it was ensured, amongst other things, that all the team leaders assessed the terrain in the same manner.

The investigations cover productive forest land, the normal mean increment of which is at least 0,12 m^3 per decare annually. The productive forest land is divided into five site classes, according to the National Forest Survey site class table, where site class 1 indicates the best forest land and site class 5 the poorest (Landsskogtakseringen 1956).

In addition, the forest stands are divided into five cutting classes, according to their age and condition, as follows:—

Cutting class I — land prepared for regeneration, i. e. clearings with or without seed trees, etc.

Cutting class II — regenerated areas with young trees, before thinning dimensions have been reached.

Cutting class III and IV — includes younger and older forest stands which have been thinned, or are ready for thinning, but which are not yet ready for clearing.

Cutting class Va — Forest with good density and ready for clearing.

Cutting class Vb — Forest ready for clearing, but in poor condition. Under this heading is included stands with unsuitable tree species, broken up and scattered stands, etc.

In this work, only the total volume for trees with a larger diameter than 10 cm. at breast height has been included, as well as the volume within the cutting classes I + Va + Vb. This represents, therefore, forest ready for clearing or trees ready for clearing in the near future. In this way, information has ben obtained regarding the conditions where it is especially important to begin operations within the next few years.

The increment data represents the total annual increment for

all Norway spruce, Scots pine and broad-leaved trees on productive forest land.

The investigation took the form of a systematic lineplot survey. Parallel lines were drawn at a distance of 2 km. from each other, and the measurements were carried out on sample plots along the survey lines. The distance between the sample plots was 200 metres. Observations regarding lengths of road, winch conditions, cableway slopes, cableway plateaux and the regularity of the terrain were made within a circle with a radius of 20 metres from the centre of the sample plot. This corresponds to a sampling fraction of approximately 0.3 %. The steepness of the terrain inside the forest stands, on the other hand, was observed as average incline within a circle having a radius of 5 metres from the centre of the sample plot. In this case the sampling fraction is, therefore, approximately 0.02 %.

The classification according to operational technique is treated separately for each of the five districts into which the county is divided:—

Fyresdal and Nissedal
West Telemark
East Telemark
Grenland
Vestmar.

III. Summary of results.

The result of the investigations is shown by the tables 1—20. In conjunction with the tables, the following summary is given of the principal results:—

1. *Lengths of horse- and tractor-roads.*

This applies to the distance from where the trees grow in the forest to the lower landing beside the main road, river drive, etc. The transport will usually be undertaken by horse or tractor, but the distance is given regardless of whether the road is built or not. In reality, therefore, these distances indicate the sub-division of the forest roads and river drives in the Telemark forests. It appears that the average length of forest road in Telemark is 1.7 km. 74 % of the productive forest land has roads which are shorter than 2 km. 22 % of the land has roads longer than 2 km., while 4 % of the land has no road possiblilities (cableway terrain lying directly adjacent to river drive). See also table 1.

The transport work increases, however, proportionately with both the quantity cut and the length of road. The magnitude of the transport work can be described by means of the transport volume ($m^3 \times$ km.), which equals the annual cutting quantity multiplied by the length of road. For a larger forest area, the annual cutting quantity is of the same size as the annual increment. A computation of the transport volume is worked out in table 4. One ses that 51% of the transport volume falls upon roads which are shorter than 2 km., and 49 % on longer roads. The transport volume per decare varies little between the different districts in Telemark, namely from 0.33 to 0.43 $m^3 \times$ km. per decare annually. On the other hand, the annual transport volume per decare varies considerably in relation to the site class.

Site Class	Annual increment m^3/ per decare annually	Average length of road in km.	Annual transport volume per decare $m^3 \times$ km. per decare annully
1 + 2	0.513	1.3	0.656
3	0.276	1.6	0.446
4 + 5	0.132	1.9	0.243

This shows that the greatest lengths of forest road, or in other words, the most scattered sub-division of the longdistance transport network, is found where the forest growth is poorest (see also tables 5 and 6). On the other hand, it is shown that the forest receives the worst treatment in areas where the length of the forest roads is greater (see tables 2 and 3). In this way, the volume ready for cutting (cutting class I + Va + Vb) represents the following part of the total volume in the county:—

Length of road in km.	% of total volume represented by volume in cutting class I + Va + Vb
0– 2	41 %
2– 5	49 %
5–10	60 %
over 10	82 %
No road possibilities	51 %

To improve this state of affairs, it is therefore necessary to build out the forest road network. This should, however, be accomplished by means of inexpensive roads, such as tractor roads, in forest areas with low site class.

2. *Skidding conditions.*

These conditions can be studied in the tables 7—12. Table 7 shows the division of the productive forest land according to the different skidding terrain. Since Telemark is very rugged, as much as 38 % of the forest land is found on winch or cableway terrain. Of this, 4 % lies on cableway plateaux, where pendulum cableways will be most suitable, 14 % on cableway slopes, where the most important extension in the use of cable cranes will take place, and 20 % on winch terrain. Winch terrain is where tractor-mounted or transportable skidding winches come into consideration. The length of the cableway is shown in tables 10, 11 and 12. It appears that the major part of the cableway terrain, i. e. 73 % of the area, can be covered by cableways 1000 metres in length. The most difficult cableway terrain is found in East and West Telemark, and the longest cableway slopes are also found here.

In Telemark, a greater quantity of forest ready for clearing lies in cableway and winch terrain than in more regular terrain. This is natural, because the difficult operational conditions have hampered the intensive treatment of the forest. When at the same time it is noticed that the most favourable sites for forest growth are found on just these steep cableway slopes, it will be realised how important it is to extend to these areas an adequate method of dealing with them.

In the years to come, therefore, winch equipment and cableways will be of great importance in helping to attain this objective.

3. *General description of the terrain outside the cableway areas.*

In the previous chapter, we have examined the skidding conditions in the forests in Telemark. Other forest operations, for example logging and plantation work, are also greatly hampered on cableway terrain. On that part of the forest area which is neither cableway slope nor plateau, a description has been made of the conditions of slope and the regularity of the ground in the forest stand.

If it is assumed that a wheeled tractor can make progress independent of the road where the terrain is regular, or has large stones or other obstacles, as well as being flatter than 20 %, this means that only approximately half of the forest land outside of the cableway areas can be regarded as tractor terrain. Mechanical screefing with tractor, tractor skidding, etc., are therefore limited to this terrain. See also tables 13—20.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

MARTIN SANDVIK

Gjødsling av granplanter (Picea abies) i Sønsterud planteskole

Fertilizing of Spruce Seedlings (Picea abies) at Sønsterud Nursery

Innhold.

Forord 503
I. Innledning 505
II. Jordbunnsforhold 506
III. Forsøksresultatene 507
A. Forsøk med kunstgjødsel 507
B. Forsøk med tilføring av organisk materiale 512
a) Myr- og sagfliskompost innarbeid i jorda for prikling 513
b) Myrjord, fersk sagflis og sagfliskompost anvendt som dekkmateriale i første omløp 514
1. Vekstreaksjon 514
2. Innflytelse på ugrasfloraen 515
C. Forsøk på skogsmark 517
a) Vekstreaksjon 518
b) Forholdet mellom tørrstoffproduksjonen og det relative innholdet av næringsstoffer i nålene 519
IV. Diskusjon 521
V. Sammendrag 523
VI. Litteratur 525
VII. Fertilizing of spruce seedlings (Picea abies) at Sønsterud nursery 526

Forord.

I den tid jeg har vært stipendiat ved Det norske Skogforsøksvesen, har jeg blant annet hatt til oppgave å ta meg av de planteskoleforsøkene som behandles her.

Jeg er professor Elias Mork meget takknemlig for at han har overlatt meg disse undersøkelsene og for de verdifulle råd han har gitt.

Feltene fra 1950 og 1951 ble anlagt av forstkandidat Odd Sviland. Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening har ydet økonomisk støtte til forsøkene, og Sønsterud planteskole har vist stor velvilje og bidratt med verdifull hjelp under markarbeidet. Det meste av analysearbeidet er utført av personalet ved Skogforsøksvesenets naturvitenskapelige avdeling.

Kontorsjef Con. Bonnevie-Svendsen og amanuensis Odd Gjems har lest gjennom manuskriptet.

Jeg vil få takke alle for den hjelp de har gitt.

I. Innledning.

Det norske Skogforsøksvesen la ut sine første gjødslingsforsøk i skogplanteskolen så sent som i 1950. De resultatene som hittil er høstet, blir derfor å betrakte mere som et grunnlag for videre forsøksarbeide enn som direkte praktisk rådgivning.

Hittil har planteskolene i alt vesentlig bare hatt erfaringer fra jord- og hagebruk å støtte seg til ved opplegget av gjødslingsprogram. Med tanke på de særlige forhold som gjør seg gjeldende ved produksjon av skogsplanter, har dette store og åpenbare mangler. For det første er jo ikke selve produksjonen i planteskolen det primære. Målet er å skaffe det best mulige kulturmateriale til lavest mulig pris. Og selv om en kjente skogsplantenes spesifikke næringskrav, vet en ikke hvordan de ville reagere etter en bestemt gjødsling på ulike jordtyper uten å gå veien om markforsøk. Disse kan igjen ikke avsluttes i planteskolen, men må videreføres ved utplanting i skogsmark. Den store variasjon i vekstvilkår mellom ulike utplantingssteder, peker videre mot den mulighet at en viss differensiering i gjødslingen vil være nødvendig for å oppnå den plantekvalitet som egner seg best for bestemte marktyper og klimaområder.

Ved anlegg av gjødslingsforsøk i planteskolen møter en således en to-sidig problemstilling:

1. Hvilken eller hvilke plantekvaliteter er det vi ønsker å oppnå?
2. Hvordan kan vi påvirke de ulike kvalitetsegenskapene ved gjødsling?

Dette problemkompleks lar seg ikke løse under ett.

I første rekke kommer det på tale å registrere vekstydelsen i selve planteskolen etter ulike gjødsling. Og i praksis er gjødslingsspørsmålet gjerne blitt et spørsmål om å holde planteskolejorda i hevd og unngå den gradvise vekstdepresjonen som har så lett for å melde seg ved all ensidig kultur. Herunder er humusinnholdet blitt tillagt stor betydning, både på grunn av det faktiske jordtap som

foregår, og fordi nedbrytingen av det organiske materialet går meget raskt i jord som ligger slik åpen år etter år.

En fant det naturlig i første omgang å prøve å registrere virkningen av den gjødsling og jordforbedring som stort sett er blitt praktisert. Et par av forsøkene går utenom denne rammen. Det ene gjelder tilføringsmåten av organisk materiale, det andre virkningen av kunstgjødsel i ren mineraljord som vekstsubstrat.

II. Jordbunnsforhold.

Planteskolen ligger på den såkalte Sønsterud-moen, ca. 3 km sør for Gjesåssjøen i Åsnes. En har her en dyp, velsortert sedimentær jordart, som kan karakteriseres som leirholdig, grov grovleir. Følgende analyse gir et bilde av den mekaniske sammensetning i matjordlaget:

Kornstørrelse i mm	Vektprosent	
2 –0,6	4,0	grovsand
0,6 –0,2	7,9	
0,2 –0,06	19,4	finsand
0,06 –0,02	26,5	
0,02 –0,006	27,9	grovleir
0,006–0,002	7,6	
0,002	5,8	finleir
Fe- og Al-oksyder	0,9	

Grus og stein finnes praktisk talt ikke. Kornstørrelsen er liten og svært ensartet. Vel 80 % av materialet befinner seg i størrelsesgruppen 0,2–0,002 mm. Dette er karakteristisk for koppjorda i Solør. Trass i at jorda her er sjøldrenert, har den en gunstig vannhusholdning. I naturlig tilstand er den næringsfattig.

Innenfor de områder hvor de første forsøkene ble lagt, har jorda vært nyttet til produksjon av granplanter uten avbrudd siden planteskolen ble anlagt i 1938. De senere årene har veksten hos plantene vært merkbar mindre her enn på jord som er tatt i bruk til planteproduksjon senere.

Analyser av 9 jordprøver fra forsøksrutene viser i middel en jordreaksjon på pH 6,5 — med variasjon fra pH 6,0–7,0 og et midlere glødetap på 4 %. Laktat-tallet viser verdier fra 3,8 til 14,0 — i middel 9,5 —, og M-tallet varierer fra 4,4 til 13,0.

III. Forsøksresultatene.

Både innen de enkelte ledd og mellom blokkene er det en meget stor variasjon i plantehøyder og plantevekter. Det første forhold kan en antakelig tilskrive at det ikke er foretatt noe spesielt utvalg av frø eller prikleplanter til forsøkene, og skulle derfor gi uttrykk for den spredning en i alminnelighet vil finne i et plantemateriale i praksis ved dyrking under nærmest ensartede næringsforhold.

Blokkvariasjonene forteller at sjøl innenfor så små arealer som det her dreier seg om, må en rekne med betydelige ulikheter i vekstvilkårene.

Det er påvist av Mork (1954) at det er et meget nært samband mellom plantehøyde og friskvekt og tørrvekt av stamme og rot for planter fra ulike avstandsgrupper og såtykkelser. Det samme har vist seg å være tilfelle ved flere av gjødslingsforsøkene. For disse nøyer en seg da med å gjengi de midlere tørrstoffvekter av overjordisk del som uttrykk for gjødslingseffekten med hensyn på veksten.

A. Forsøk med kunstgjødsel.

Disse omfatter de 7 første feltene i tabell 1. Som en ser, er det innen hvert felt 3 kunstgjødselslag, representert med 2 mengder. De 27 mulige kombinasjonene dette gir, er alle tatt med og lagt ut som romerske 3 × 3 kvadrater.

Første sommeren ble det observert at en del av plantene på felt III og IV fikk et klorotisk utseende. En større eller mindre del av nålene ble gule og senere brune. Tabell 2 viser hvordan antallet av de misfargete plantene fordeler seg på de ulike gjødslingskombinasjoner.

Det viser seg at den unormale fargen er kommet etter kaligjødslingen, men at denne skadevirkningen er blitt sterkt redusert og praktisk talt opphevet når en samtidig har tilført henholdsvis minste (N_1) og største kalksalpetermengde (N_2).

En må tolke dette som en ren klorskade — 40 % kali inneholder 40–50 % klor — og at opptaket av klorjoner er redusert når «tilbudet» av andre lett assimilerbare anjoner er blitt øket, i dette tilfelle nitrat. De misfargede plantene er holdt utenfor det materiale som ble benyttet til å bestemme eventuelle vekstreaksjoner.

I tabell 3 er det satt opp middeltall for enkelteffektene for de ulike gjødselslag med hensyn på tørrvekten av overjordisk del. For 2/0 er også planteantallet brukt som uttrykk for gjødslingseffekten.

Rubrikk 0 viser således gjennomsnittet for de ruter hvor alle

Tabell 1. Felt-

Felt nr. *Plot no.*	Anleggs-år *Year of establish-ment*	Plantealder *Age of plant* ved anlegg *on establishment*	Plantealder *Age of plant* ved høsting *on cutting*	Jordtype *Type of soil*	Gjødselslag *Type of fertilizer*
I	1951	0	2/0	Gammel planteskolejord *Old nursery soil*	Kalksalpeter *Calcium nitrate* 40 % kali *40 % potash* Superfosfat *Superphosphate*
II	1953	0	2/0	—»—	Kalksalpeter *Calcium nitrate* Kaliumsulfat *Potassium sulphate* Superfosfat *Superphosphate*
III og IV	1950	2/0	2/3	—»— —»—	Kalksalpeter *Calcium nitrate* 40 % kali *40 % potash* Superfosfat *Superphosphate*
V	1953	2/0	2/2	—»—	Kalksalpeter *Calcium nitrate* Kaliumsulfat *Potassium sulphate* Superfosfat *Superphosphate*
VI	1953	2/0	2/2	—»—	
VII	1953	2/0	2/2	—»—	Kalksalpeter *Calcium nitrate* Kaliumsulfat *Potassium sulphate* Superfosfat *Superphosphate*
VIII	1951	2/0	2/2	—»—	Vanlig grunngjødsling *Ordinary basic fertilizer*
IX	1953	2/0	2/2	—»—	—»— + kalkammonsalpeter + *ammonium nitrate*
X	1953	2/0	2/2	—»—	—»—
XI	1954	0	2/0	Skogsmark *Virgin soil*	Kalkammonsalpeter *Ammonium nitrate* Kalimsulfat *Potassium sulphate* Superfosfat *Superphosphate*
XII	1954	1	1/2	—»—	—»—

oversikt.

Gjødselmengde pr. dekar *Quantity of fertilizer per decare*	Art og mengde av organisk materiale pr. dekar *Type and quantity of organic material per decare*	Merknad *Remarks*	
25 og 50 kg 25– 50 » 50–100 »			
25– 50 » 25– 50 » 50–100 »			
25– 50 » 25– 50 » 50–100 »			
25– 50 » 25– 50 » 50–100 »		Felt III tilpriklet og oppgjødslet på nytt *Plot III re-transplanted and re-fertilized*	
		Felt IV tilpriklet på nytt, men ikke oppgjødslet *Plot IV transplanted anew, but not re-fertilized*	
25– 50 » 25– 50 » 50–100 »			
	Myrjord, 50 m³. Kompost av sagflis og myr, 50 m³ *Peat soil, 50 m³. Compost of sawdust and peat, 50 m³*	Høstet to ganger, overgjødslet i siste omløp *Gathered twice, top-fertilized in last circuit*	Det organiske materiale innarbeidet i jorda før prikling
60 »	—»—	Komposten 2 år eldre enn for felt VIII *Compost 2 yrs. older than for Plot VIII*	*Organic material worked into soil before transplanting*
100–200 og 400 kg	Myrjord, 20 og 40 m³ Sagfliskompost 20–40 m³ Fersk sagflis 20–40 m³ *Peat soil, 20 and 40 m³* *Sawdust compost, 20–40 m³* *Fresh sawdust, 20–40 m³*	Det organiske materiale tilført på jordoverflaten etter prikling. *Organic material added as top dressing after transplanting*	
	Blandingsstrø av gran og furu *Combined litter of spruce and pine*	Sammenlikning av gammel pl.sk.jord, ren mineraljord og barstrø som «dyrkningssubstrat» *Comparison of old nursery soil, pure mineral soil and litter as «cultivation substrate»*	
—»—	—»—	—»—	

Tabell 2. Antall misfargede planter etter ulike gjødslingskombinasjoner.
Number of discoloured plants after unlike fertilizer combination.

	N_0P_0	N_0P_1	N_0P_2	Sum N_0	N_1P_0	N_1P_1	N_1P_2	Sum N_1
K_0	0	2	0	2	0	0	0	0
K_1	0	9	8	17	0	1	0	1
K_2	32	23	12	67	2	15	9	26
Sum	32	34	20	86	2	16	9	27
	N_2P_0	N_2P_1	N_2P_2	Sum N_2	P_0	P_1	P_2	Sum K
K_0	1	0	0	1	1	2	0	3
K_1	2	0	0	2	2	10	8	20
K_2	0	0	0	0	34	38	21	93
Sum	3	0	0	3	37	50	29	116

kombinasjoner *uten* vedkommende gjødselslag forekommer, rubrikk 1 viser gjennomsnittet for alle ruter hvor minste mengde av vedkommende gjødselslag er med, osv. Siste rubrikk viser resultatet av variansanalysen, og her er da også de signifikante samspillseffekter anført.

Det er ganske stor spredning omkring disse middeltallene i tabellen, og utslagene er små og for det meste usikre.

Noen direkte sammenligning mellom feltene er ikke mulig, da flere faktorer som såtid og prikletid, såtykkelse, planteproveniens m. m. har vært noe forskjellig fra felt til felt. Det er likevel en del vesentlige tendenser å merke seg:

På de feltene hvor en har brukt 40 % kaligjødsel, er veksten hos plantene blitt *nedsatt*. Denne virkningen er signifikant på 5 %-trinnet, unntatt for felt IV, men også her har resultatet samme sikkerhet etter 2. omløpet (felt VI, tab. 1).

For kaliumsulfat har en også fått en signifikant effekt, men den er her *positiv*.

I såfeltene har kvelstoffgjødslingen gitt signifikant utslag, med størst vekst for minste N-mengde. Samme tendens gjør seg gjeldende for felt III og V. Samspillseffektene viser at virkningen av kaligjødslingen har vært forskjellig ved ulike N-mengder for 4 av feltene, og at den har vært påvirket av fosfatgjødslingen i to tilfeller. På liknende måte har N-effekten vært påvirket av kaligjødslingen.

Plantetallet viser stort sett en synkning med stigende gjødsel-

Tabell 3. Tørrvekt av planter etter forskjellig kunstgjødsling. *Dry weight of plants after varied fertilizing.*

Felt nr. *Plot No.*	Gjødselslag *Type of fertilizer*	Tørrvekt av stammen i g pr. 100 planter *Dry weight of stem in gm. per 100 plants*				Planteantall *Number of seedlings*			
		Gjødselmengde *Quantity of fertilizers*				Gjødselmengde *Quantity of fertilizers*			
		0	1	2	Signifikans	0	1	2	Signifikans
I	K (40 % kali) (*40 % potash*)	23,20	21,31	18,88	* NK*	213	210	186	* NK*
	P (Superfosfat) (*Superphosphate*)	21,45	21,26	20,67		225	193	191	*
	N (Kalksalpeter) (*Calsium nitrate*)	21,88	22,34	19,17	*	213	226	170	*
II	K (Kaliumsulfat) (*Potassium sulphate*)	12,60	13,53	13,80	* NK*	389	348	282	*
	P (Superfosfat) (*Superphosphate*)	12,92	13,41	13,59	PK*	360	320	339	
	N (Kalksalpeter) (*Calsium nitrate*)	12,27	14,36	13,30		331	354	334	
III	K (40 % kali) (*40 % potash*)	722,31	688,93	659,24	* PK*				
	P (Superfosfat) (*Superphosphate*)	712,71	667,76	691,25					
	N (Kalksalpeter) (*Calsium nitrate*)	675,96	716,58	679,18					
IV	K 40 % kali) (*40 % potash*)	700,60	650,80	677,78					
	P (Superfosfat) (*Superphosphate*)	652,71	679,22	697,25					
	N (Kalksalpeter) (*Calsium nitrate*)	708,60	649,20	671,38					
V (III)	K (Kaliumsulfat) (*Potassium sulphate*)	209,50	212,62	205,54					
	P (Superfosfat) (*Superphosphate*)	211,50	205,76	210,40					
	N (Kalksalpeter) (*Calsium nitrate*)	204,13	212,84	210,78					
VI (IV)	K	290,51	276,73	258,77	* NK*				
	P 2. omløp uten oppattgjødsling) (*2nd circuit*	286,30	272,95	266,77					
	N *without re-fertilizing*)	278,11	271,78	276,11					
VII	K (Kaliumsulfat) (*Potassium sulphate*)	135,77	166,12	155,88	* NK*				
	P (Superfosfat) (*Superphosphate*)	150,48	154,60	152,69					
	N (Kalksalpeter) (*Calsium nitrate*)	163,82	153,10	140,85					

mengder. Her har lengden av tidsrommet mellom gjødsling og såing sikkert mye å si.

Materialet gir ikke mulighet til noen sikker forklaring av den motsatte virkningen de to kaligjødselslagene synes å vise. Men det er et par forhold som gjør krav på oppmerksomhet i den forbindelse: At virkningen har vært motsatt, er i seg sjøl et indisium på at en ikke har med en spesifikk kaliumvirkning å gjøre, men at utslaget i den ene eller begge retninger må skyldes anjonene. Granplantene er kjent for å være klorømfintlige rent kvalitativt, og forsøkene har bekreftet dette gjennom den misfargingen som ble konstatert etter kaligjødslingen. Det kunne da ligge nær å tro at kloret også har virket skadelig kvantitativt, og altså bremset den vegetative utvikling hos plantene. En slik dobbeltvirkning er kjent for flere kulturvekster. Sannsynligheten for at det er slik, svekkes ved at en ikke har funnet det samme samspillet med kalksalpetergjødslingen som når det gjaldt misfargingen.

Om sulfatjonene på sin side kan ha hatt en tilsvarende *positiv* virkning – direkte eller indirekte – lar seg heller ikke avgjøre. Det en kan tenke på i den sammenheng, er at jordreaksjonen innenfor forsøksfeltene har vært unormalt høy. Samtidig må en rekne med at kaliumsulfat kan virke fysiologisk surt. Dette ville ha betydning for opptagelsen av andre næringsstoffer, og i dette tilfelle tenker en da særlig på mangan. I et senere avsnitt vil en komme tilbake til hvordan plantene ser ut til å være forsynt med dette stoffet i den gamle planteskolejorda.

B. Forsøk med tilføring av organisk materiale.

Så lenge en ønsker å holde humusinnholdet i planteskolejorda over et visst minimumsnivå, må den tilføres organisk materiale i en eller annen form. På Sønsterud blir det mest brukt myrjord til dette. Den blir først lagt opp og iblandet kalk, og får ligge slik i 5–10 år. Den er da ganske godt omdannet. Myrjorda som ble brukt i forsøkene, hadde ligget ca. 10 år. Til sammenligning med myrjorda ble brukt 2 år gammel sagfliskompost. Komposten var laget ved å blande like deler fersk sagflis, myr- og planteskolejord. Pr. m^3 av denne blanding var tilsatt 20 kg kalk og 5 kg kalkkvelstoff.

Fordelene ved å bruke sagflis fremfor myrjord som tilskudd av organisk materiale, skulle først og fremst være:

1. Den har større tørrstoffinnhold og en unngår transport av så mye vann.
2. Den omsettes ikke så raskt og skulle derfor «holde» lengere.

a. *Myr- og sagfliskompost innarbeidet i jorda før prikling.*

Begge disse slagene ble tilført i mengder som svarte til 50 m^3 pr. dekar. pH i komposten ble i middel målt til 7,20 og i myrjorda til 6,45.

Alle forsøksrutene fikk vanlig grunngjødsling, dvs. 15 kg kalksalpeter, 25 kg 40 % kali og 50 kg superfosfat, alt pr. dekar.

Etter første omløpet, dvs. etter 2 år, var de midlere tørrvekter av overjordisk del slik som tabell 4 viser.

Tabell 4

Forsøksledd *Experimental stage*	Tørrvekt av overjordisk del i gram pr. 100 planter *Dry weight of upper part in grms. per 100 plants*
Sagfliskompost *Compost of sawdust*	148,55
Myrjord *Peat soil*	324,40
Kontroll *Control*	336,70

Tørrvekten hos plantene etter tilføring av sagfliskompost utgjør i middel bare vel halvparen (ca. 59 %) av tørrvekten for kontrollplantene (planter fra jord uten tilføring av organisk materiale). Dette resultatet viser en signifikans som svarer til $0{,}001 < P < 0{,}01$.

Forskjellen mellom plantene etter tilføring av myrjord og kontrollplantene er ikke statistisk sikker.

Den dårlige veksten etter tilføring av sagfliskompost kunne tyde på at omdannelsen av sagflisa ikke var kommet særlig langt, og at større kvelstoffmengder var nødvendige for omsetningsprosessen. I andre omløpet ble det derfor overgjødslet med 60 kg kalkammonsalpeter pr. dekar hvert år. Denne N-mengden ble gitt alle ruter og fordelt på 2 omganger i vekstsesongen.

Tørrvekten av plantene viste da følgende middelverdier (tab. 5):

Tabell 5.

Forsøksledd *Experimental stage*	Tørrvekt av overjordisk del i gram pr. 100 planter *Dry weight of upper part in grms. per 100 plants*
Sagfliskompost *Compost of sawdust*	160,53
Myrjord *Peat soil*	221,55
Kontroll *Control*	212,34

Det er fremdeles en betydelig forskjell i middeltallene mellom sagfliskomposten og de to øvrige ledd. Men forsøksfeilen er såvidt stor at resultatet ikke er signifikant.

Tabell 6.

Forsøksledd *Experimental stage*	Tørrvekt av overjordisk del i gram pr. 100 planter *Dry weight of upper part in grms. per 100 plants*
Sagfliskompost *Compost of saw dust*	211,73
Myrjord *Peat soil*	197,05
Kontroll *Control*	195,48

Et parallellforsøk lagt ut etter at komposten hadde ligget i 4 år, viste heller ingen signifikante forskjeller ved første høsting. Sagflisa var da bedre omdannet, og feltet fikk samme overgjødsling som under omløpet for første feltet. Middelverdiene for de absolutte tørrvekter er satt opp i tabell 6.

b. *Myrjord, fersk sagflis og sagfliskompost anvendt som dekkmateriale i første omløp.*

I 1953 ble det lagt ut et forsøk hvor en tilførte det organiske tilskuddsmateriale som et eget lag på jordoverflaten etter prikling i stedet for å innarbeide det i jorda på forhånd (felt X). Hensikten med dette skulle i første rekke være å oppnå jevnere og bedre fuktighetsforhold for plantene. Dessuten hadde det til formål å dempe ugrasveksten den første tida etter prikling. Alle de tre materialene ble tilført i to tykkelser, 2 og 4 cm. Dette svarer til 20 og 40 kubikkmeter pr. dekar.

Sagfliskomposten var lagt av like vektdeler jord og sagflis, iblandet 7 kg kalkkvelstoff pr. kubikkmeter. Den var ikke tilsatt hverken kalk eller myrjord. Både denne og den ferske sagflisa ble overgjødslet med to ulike mengder av kalkammonsalpeter, beregnet slik at N-mengden skulle utgjøre henholdsvis 0,5 og 1 % av tørrstoffet i sagflisa. Mengden av kalkammonsalpeter kom således til å variere mellom 100 og 400 kg pr. dekar og ble tilført i to omganger hvert år. Myrjorda og kontrollen ble bare gitt vanlig grunngjødsling (15 kg kalksalpeter, 25 kg kaligjødsel og 50 kg superfosfat pr. dekar).

1. Vekstreaksjon.

Det viste seg at plantene satte rikelig med sekundær-røtter fra nederste stammedel i det dypeste skiktet av sagfliskomposten og myrjorda, mindre der en hadde fersk sagflis. Dette førte til en for-

Tabell 7. Tørrvekt i gram pr. 100 planter.
Dry weight in grms. per 100 plants.

Tykkelsen av «dekklaget» *Thickness of «cover»*	Kalkammonsalpetermengde* i kg pr. dekar og år *Ammoniumnitrate, kg. per decare per year*	Kompostert sagflis *Composted sawdust*	Fersk sagflis *Fresh sawdust*	Myrjord *Peat soil*	Kontroll *Control*
2 cm	100	369,10	372,25	263,33	267,25
	200	461,13	338,30		
4 cm	200	462,95	392,03	305,68	
	400	465,18	396,25		

* Gjelder bare rutene med kompostert og fersk sagflis. *Applies only to figures for composted and fresh sawdust.*

skyvning av forholdet mellom rot og topp, idet en del av den opprinnelige stammen derved ble «overført» til rota.

Som mål for vekstydelsen gjengir en derfor de midlere tørrvekter for hele planten (tab. 7).

Den store forskjellen i plantestørrelsen for rutene med fersk- og kompostert sagflis kontra de øvrige, er meget signifikant ($P < 0{,}001$). Det samme gjelder forskjellen mellom kompostert sagflis og fersk sagflis. Mellom myrjorda og kontrollen er det ingen sikker forskjell.

Hele resultatet tyder på at vekstøkningen skyldes en ren N-effekt. Sagfliskomposten var tilført betydelige kvelstoffmengder før den ble anvendt, og forskjellen mellom denne og den ferske sagflisa må helst tilskrives dette.

2. Innflytelse på ugrasfloraen.

I tabell 8 og 9 er det satt opp summen av ugrasfrekvensen for i alt 26 arter ved to forskjellige tidspunkter. Det første — 2 måneder etter prikling — er samtidig med første ugrasrensing. Det andre — ved opptak — er etter 2 vekstsesonger, og i mellomtiden har det da vært foretatt flere ugrasrensinger.

Mengden av kalkammonsalpeter har ikke hatt noen sikker virkning på ugrasfrekvensen, mens lagtykkelsen av de ulike materialene har vært meget avgjørende. Det er i første rekke tunrap *(Poa annua),* dessuten gråurt *(Gnaphalium uliginosum)* og åkergull *(Erysimum cheiranthoides)* som er blitt hindret i utviklingen. I myrjorda opptrer

Tabell 8. Sum ugrasfrekvens pr. 4 m² 2 mndr. etter prikling.
Total weed incidence per 4 m² 2 months after transplanting.

Tykkelse av «dekklaget» *Thickness of «cower»*	Kompostert sagflis *Composted sawdust*	Fersk sagflis *Fresh sawdust*	Myrjord *Peat soil*	Kontroll *Control*
0				1 786
2 cm	359	722	945	
4 cm	50	112	349	

et par arvearter *(Cerastium sp.)*, som ikke fins på noen av de andre rutene. Forekomsten av småsyre *(Rumex acetosela)* og gjetertaske *(Capsella bursa-pastoris)* er også langt hyppigere her. Den sterkere effekten av kompostert sagflis i forhold til de øvrige materialene, må en tilskrive at den i seg sjøl har vært mere steril, både som følge av komposteringen og den kalsium-cyanamiden som ble innblandet da komposten ble lagt. Den ferske sagflisa, og særlig myrjorda, har ført med seg mere levedyktig ugrasfrø.

Ett forhold av betydning går ikke fram av disse observasjonene: Kvelstoffgjødslingen har gitt en mye frodigere utvikling hos ugraset når det først er kommet opp. Dette «stjeler» en del av fordelene ved den lavere frekvensen etter «dekking» med fersk og kompostert sagflis.

Også etter to vekstsesonger (se tab. 9) er det en markert nedgang i ugrasfrekvensen etter sagflisdekkingen. Det er fremdeles tunrappen *(Poa annua)* som viser sterkest absolutt nedgang. Dette gjelder også rutene med myrjord, men her forekommer småsyre *(Rumex acetosela)* og arve *(Cerastium sp.)* langt hyppigere enn på kontrollrutene.

Nå er tunrap et av de ugras som er lettest å skade med mineralolje, så nytten av å redusere hyppigheten av denne er ikke så stor

Tabell 9. Sum ugrasfrekvens ved opptak.
Total weed incidence on taking up.

Tykkelse av dekklaget *Thickness of cower*	Kompostert sagflis *Composted sawdust*	Ferks sagflis *Fresh sawdust*	Myrjord *Peat soil*	Kontroll *Control*
0				593
2 cm	181	278	437	
4 cm	189	136	552	

som når det gjelder arter med større motstandsevne overfor aktuelle kjemiske ugrasdrepere, t. eks. tunbalderbrå *(Matricaria matricarioides)*. Prosentvis er nok den også blitt like sterkt redusert, men forekomsten av tunrap har vært 20—30 ganger så hyppig innen det området forsøket ble lagt. Resultatet må vurderes på denne bakgrunn.

C. Forsøk på skogsmark.

Etter at de første forsøksresultatene ikke hadde vist noen vesentlig vekstreaksjon hos plantene hverken for vanlig kunstgjødsling eller jordforbedring (humustilføring) på den gamle planteskolejorda, ble det i 1954 anlagt et par forsøk i «jomfruelig» jord (felt XI og XII).

Til dette formålet ble det valgt ut en snauflate på ca. 10 dekar i et blandingsbestand av gran og furu like ved planteskolen og på samme jordart som denne. Hensikten var å se hvilken vekstydelse en kunne oppnå hos plantene ved å dyrke dem i nærmest ren mineraljord tilført kunstgjødsel, sammenlignet med gammel planteskolejord og rent barstrø som dyrkningssubstrat.

Forsøkene, utlagt både i såseng og prikleseng, kom til å omfatte følgende ledd:

1. Råhumusdekket fjernet, mineraljorda opparbeidet.
2. Som 1, tilført 10 gr kalkammonsalpeter pr. m^2
   \+ 20 » superfosfat » »
   \+ 20 » kaliumsulfat » »
3. Som 1, tilført dobbelt så store gjødselmengder som ledd 2.
4. Som 1, tilført 3 ganger så store gjødselmengder som ledd 2.
5. Jorda opparbeidet og råhumusen innblandet. (Skogjord)
6. Gammel planteskolejord, vanlig grunngjødsling (Senere kalt kulturjord).
7. Blandingsstrø av gran og furu.

Mengdeforholdet mellom gjødselslagene svarer omtrent til det forhold Wilde (1941) har funnet å være «normalt» ved dyrking av granplanter. ($N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 2 : 5$).

Halvparten av N-gjødsla ble tilført som grunngjødsling, andre halvparten som overgjødsling 3 uker etter såing og prikling. Andre året ble forsøksleddene 2, 3 og 4 i tillegg til dette overgjødslet med henholdsvis 20, 40 og 60 gram kalkammonsalpeter pr. m^2, fordelt på 2 omganger.

Planteskolejorda og barstrøet ble fylt i utgravde groper på ca. 20 cm dybde.

a. *Vekstreaksjon.*

Tabell 10 viser veksten og tørrstoffproduksjonen hos 2/0-plantene. I figur 1 er tørrstoffvektene satt opp grafisk. Det er trukket opp kurver for å antyde funksjonsforholdet mellom gjødsling og vekst på ren mineraljord. Søylediagrammet til høyre i figuren angir verdien for de øvrige forsøksledd. En merker seg følgende forhold:

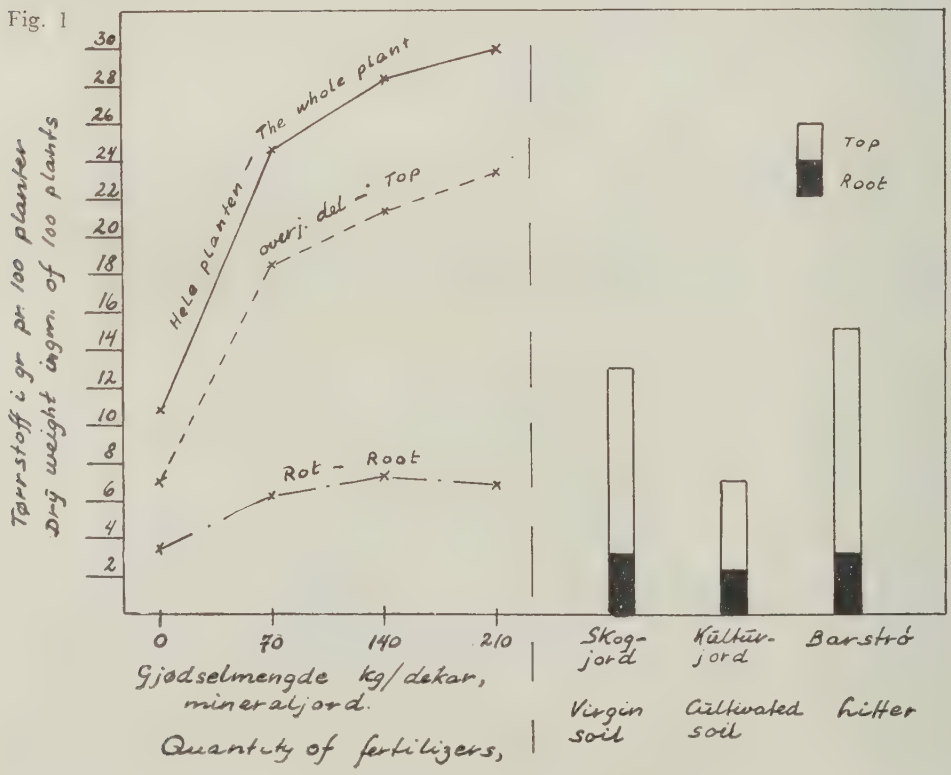
I den gamle planteskolejorda har veksten vært særlig liten, den er til og med betydelig mindre enn i ren mineraljord uten gjødsling.

Tabell 10. Tørrvekt i gram pr. 100 planter, plantehøyde og topp/rotforholdet for 2/0-plantene (felt XI).

Dry weight in grms. per 100 plants, height of plants and top/root ratio for seedlings (plot XI).

Forsøksledd *Experimental stage*	1.	2	3	4	5	6	7
Plantehøyde i cm. *Height of plants in cm.*	4,7	8,4	8,4	8,7	4,9	4,2	6,0
Vekt av overjordisk del *Wt. of upper part*	7,04	18,34	21,24	23,28	9,72	4,52	12,0
Rotvekt *Wt.of.root*	3,54	6,14	7,14	6,64	3,18	2,34	3,20
Topp/rot-forholdet *Top/root ratio*	1,98	2,99	2,97	3,51	3,06	1,93	3,77

Fig. 1



Tabell 11. Middelhøyder for 2/1-plantene (felt XII).
Average heights for 2/1 plants (plot XII).

Forsøksledd *Experimental stage*	1	2	3	4	5	6	7
Plantehøyde i cm. *Height of plant in cm.*	12,78	15,84	17,86	16,88	15,02	11,68	13,83

Ved å tilføre mineraljorda kunstgjødsel, er tørrstoffproduksjonen hos plantene tre-doblet, og for største gjødselmengde er den nesten 5 ganger så stor som i gammel planteskolejord.

De anvendte gjødselmengder viser ikke noe maksimum for den totale tørrstoffproduksjonen, dermed er det sannsynlig den kan økes ytterligere ved å tilføre enda større gjødselmengder. Topp/rot-forholdet tiltar med gjødselmengden. Plantene dyrket i gammel planteskolejord har de forholdsvis tyngste røttene, mens de som er dyrket i rent skogsstrø har de relativt letteste røttene. Forholdet mellom vekten av toppen og rota kan imidlertid ikke nyttes som noe kvalitetskriterium, da den totale rotvekten ikke gir noe entydig uttrykk for den aktive del av rotmassen — nemlig rothårene og/eller mykorrhizene.

Plantene dyrket i rent barstrø, ga det mest robuste inntrykk, men det er trolig at vanntilgangen her har begrenset vekstmulighetene. Strøet ble presset sammen så hardt det lot seg gjøre, likevel ble det svært porøst og uten mulighet til å forsyne plantene med vann fra undergrunnen. Dårlig spiring og svære tørkeskader bekreftet at vannhusholdningen var svært ugunstig.

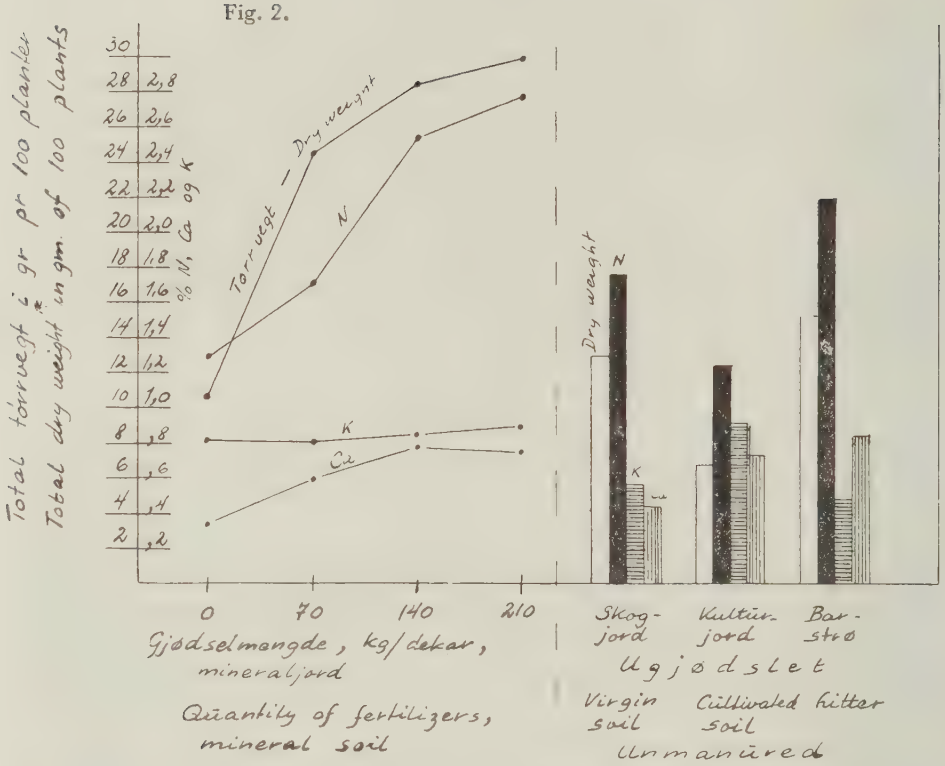
På rutene med gammel planteskolejord iakttok en større oppfrostskader enn på noen av de andre.

Tabell 11 viser middelhøydene for prikleplantene, og de bekrefter stort sett de samme forhold som omtalt for 2/0. Da prikleplantene ennå ikke er høstet, har en ikke andre data for dem enn høyden, og den er da målt i marka.

b. *Forholdet mellom tørrstoffproduksjonen og det relative innholdet av næringsstoffer i nålene.*

Nålene hos 2/0-plantene ble analysert med hensyn på innholdet av N, P, Ca, K, Mg og Mn. Det ble tatt 4 analyser for hvert ledd, og i tab. 12 er middelverdiene gjengitt i % av tørrstoffet i nålene. Noen regressjonsanalyse har en ikke villet foreta før en eventuelt får et

Fig. 2.



større materiale, men en merker seg at det er en påfallende god sammenheng mellom N-prosenten og den totale tørrstoffproduksjonen etter gjødsling på mineraljorda. Figur 2 illustrerer dette. Samme tendens viser seg for sammenligningsleddene, men forholdet mellom de to størrelsene er her anderledes, slik at for samme prosentiske N-innhold er tørrstoffproduksjonen mindre enn på gjødslet mineral-

Tabell 12. Kjemisk analyse av 2/0-plantenes nåler.
Chemical analysis of the needles from the seedlings.

Forsøksledd *Experimental stage*	% av tørrstoff *Per cent of dry weight*					
	N	P	Ca	K	Mg	Mn
1	1,28	0,264	0,343	0,807	0,109	0,091
2	1,71	0,242	0,596	0,803	0,088	0,098
3	2,54	0,280	0,783	0,852	0,084	0,045
4	2,78	0,265	0,758	0,889	0,068	0,074
5	1,78	0,338	0,431	0,580	0,119	0,281
6	1,24	0,305	0,728	0,910	0,134	0,016
7	2,20	0,233	0,836	0,483	0,110	0,511

jord. Sett i sammenheng med variasjonene for kalium og kalsium, kan dette antyde et multipelt regressjonsforhold for disse stoffene og tørrstoffproduksjonen. Det relative kalsiuminnholdet viser også sterk stigning for de to minste gjødselmengdene. Noe forbausende virker det kanskje at kalsiuminnholdet er størst i de plantene som har vokst i rent barstrø. Det tyder imidlertid på at kalsium frigis relativt lett i dette strøet, og at assimilasjonen av det foregår uten vanskeligheter.

Kaliuminnholdet er derimot minst i disse plantene, mens det er størst i de lite veksterlige plantene fra den gamle kulturjorda. (Det er samme jord hvor en fikk en svak, positiv virkning etter gjødsling med kaliumsulfat, og negativ virkning for 40 % kaligjødsel).

Magnesiuminnholdet synker med økende gjødselmengde på mineraljorda. Dette kan bero på en kjemisk binding av stoffet etter fosfatgjødslingen.

Mangan viser svært varierende verdier, fra 0,5 % i plantene dyrket i barstrø, til mengder som knapt nok lar seg påvise i plantene fra kulturjorda. Nå er det påvist for svært mange vekster at manganassimilasjonen står i nær tilknytning til jordreaksjonen, slik at plantene kan få vanskeligheter med å ta opp mangan i jord med høy pH. Dette ser ut til å stemme godt. Samtidig er det tydelig at manganinnholdet kan variere meget uten at det har særlig innflytelse på veksten. Men så sant det er et nødvendig næringsstoff for granplantene, må den nedre grensen være nådd når det gjelder den gamle kulturjorda.

IV. Diskusjon.

Disse forsøkene har i første rekke vist at en ikke kan rekne med noen utholdende planteskoledrift i jorda på Sønsterud med den gjødslings- og jordforbedringspraksis som hittil er anvendt.

De praktiserte formene for kunstgjødsling må stort sett sies å være spilt møye med tanke på å opprettholde veksten hos plantene på lengre sikt.

Det er også klart at en økning av humusinnholdet ikke kan by på noen generell løsning av problemene med å holde jorda i hevd. Derimot har forsøkene vist at en utmerket godt kan dyrke plantene i nærmest ren, næringsfattig mineraljord ved bare å tilføre kunstgjødsel. Riktignok vet en ikke ennå hvordan disse plantene vil skikke seg etter utplanting, men det er ingen grunn til å tro at de skulle egne seg dårligere ved at de er dyrket i et naturlig jordsmonn, enn

planter som kommer fra gammel kulturjord. Og i alle fall gir dette høve til visse refleksjoner:

Ved å dyrke plantene i et næringsfattig, naturlig jordsmonn, kan en øve mye bedre kontroll med veksten og planteutviklingen i det hele, enn når jorda er utstyrt med et stort næringsforråd på forhånd. Dermed får en også lettere adgang til en differensiering i plantekvaliteten. Betydningen av dette innser en kanskje best om en tenker på opp-alingen av fremmede treslag og — provenienser.

I tillegg til dette kommer et betydelig økonomisk moment. Slik jord er praktisk talt fri for ugras. Så lettdyrket som denne skogsmarka her er, vil dyrkningsutgiftene kunne dekkes ved innsparte lukeomkostninger i løpet av ett år eller to. Og ved enkle forholdsregler kan en hindre ugraset i å få noe vesentlig innpass senere også.

Ved et slikt anlegg kan en dessuten få opprettet kvartaler med belter av skog imellom som naturlig le. Det er unødvendig å komme nærmere inn på hvilken verdi dette har, særlig i strøk med litt vanskelige klimaforhold.

Et næringsfattig dyrkningssubstrat krever imidlertid et nøye kjennskap til plantenes næringskrav. Disse undersøkelsene gir lite opplysninger i så måte, men den kjemiske analysen av nålene viser at det er kvelstoffgjødslingen som i første rekke har vært virksom. Det er helt rimelig i slik jord. De samme analysene antyder for øvrig et visst magnesiumunderskudd og gir et vink om at direkte mangelsykdom fort kan gjøre seg gjeldende om ikke dette stoffet blir tilført.

Med tanke på fortsatt drift av den gamle planteskolejorda, gir forsøkene også grunnlag for visse slutninger om en mere hensiktsmessig gjødsling.

Det synes opplagt at vannstoffjone-konsentrasjonen i denne jorda er altfor lav for dyrking av granplanter. Mens den optimale pH angis å ligge i området 4,5—5,5 (Leyton, 1952, Wilde, 1941, m. fl.), viser jordanalysene herfra verdier som grenser til nøytralpunktet. Det vil derfor være en vesentlig oppgave å søke og oppnå et surere miljø i jorda. Dermed vil en også kunne avhjelpe den mangan-mangelen en mener å ha konstatert, og som neppe lar seg rette på uten ved en senkning av pH.

Gjennom gjødslingen kan en i første rekke gjøre et tiltak i denne retning ved å skifte ut kalksalpeter med ammoniumsulfat som kvelstoffkilde. Likedan er det klart at den gamle praksis med å blande kalk i myrjord og kompost før den anvendes, må virke absolutt uheldig under disse forhold. Tilføring av myrjord i naturlig tilstand vil kunne hjelpe til å endre jordreaksjonen i den ønskede retning, men

det er en kostbar fremgangsmåte for dette formål. Verdien av å tilføre organisk materiale, vil for øvrig i første rekke avhenge av hvor mye næringsstoffer det inneholder.

Trass i at kalksalpeter som grunngjødsling ikke har ført til noen vesentlig vekstøkning, tyder de kjemiske analysene på at plantene lider av et betydelig kvelstoffunderskudd. Dette er bekreftet gjennom den sterke vekstreaksjonen etter overgjødsling med kalkammonsalpeter. Den forskjellen som her er kommet fram mellom gjødselslagene er imidlertid ikke entydig, da tilføringstidene også har vært forskjellige. Og det er mye som taler for at virkningen av kalksalpeter er uteblitt først og fremst fordi den er tilført en god tid før plantene kunne nyttiggjøre seg den. Resultatet oppfordrer derfor til å anvende all kvelstoffgjødsel som overgjødsling og ikke som grunngjødsling. Dette forholdet er for øvrig tatt opp til nærmere undersøkelse nå.

V. Sammendrag.

Disse forsøkene ble anlagt først og fremst med tanke på å registrere virkningen av den gjødsling og jordforbedring som er praktisert på Sønsterud.

Et par av forsøkene går utenom denne rammen.

Det ene gjelder vekstreaksjonen hos plantene etter kunstgjødsling i ren mineraljord, sammenlignet med gammel planteskolejord og rent barstrø som vekstsubstrat. Det andre er et forsøk med å anvende sagflis som organisk tilskuddsmateriale. Tabell 1. side 508, gir for øvrig en fullstendig oversikt over forsøksfeltene.

Resultatene av undersøkelsene kan sammenfattes slik:

1. Etter 15 års sammenhengende drift med skogsplanter i gammel kulturjord på Sønsterud, er veksten hos plantene etter hvert blitt meget dårlig, trass i forskjellige gjødslings- og jordforbedringstiltak.
2. Årsakene til dette ligger trolig både i mikrobiologiske og jord,-bunnskjemiske forhold. En kan slå fast at jordreaksjonen (pH 6,0—7,0) er alt for høy, og at det trolig er en følge av dette når plantenes mangan-assimilasjon praktisk talt er lik null.
3. Kalksalpeter anvendt som grunngjødsling i mengder på opptil 50 kg pr. dekar, har i 6 av 7 tilfelle ikke vist noen sikker virkning på tørrstoffproduksjonen eller høydetilveksten hos plantene. I det ene tilfellet er det registrert en svak økning i tørrvekten som følge av kalksalpetergjødslingen.
4. Overgjødsling med kalkammonsalpeter i mengder fra 100 til 400

kg pr. dekar etter «dekking» av jorda med fersk- og kompostert sagflis, har ført til en meget sterk økning i planteveksten i den samme jorda. En sikker forskjell mellom fersk- og kompostert sagflis har en også tolket som en ren N-effekt, da sagfliskomposten hadde et betydelig kvelstoffinnhold på forhånd.

5. Etter gjødsling med 40 % kaligjødsel like før prikling, ble det i to tilfeller registrert et klorotiskt utseende hos plantene. Denne virkningen gjorde seg gjeldende for begge gjødselmengdene, men betydelig sterkere for 50 kg enn for 25 kg pr. dekar.

   Skadevirkningen ble sterkt redusert og delvis opphevet når en samtidig tilførte kalksalpeter.

   Da denne kaligjødsla inneholder 40—50 % klor, og en samtidig ikke har observert liknende symptomer etter bruk av kaliumsulfat, slutter en at misfargingen skyldes en direkte klorskade. Virkningen av kalksalpeter i denne sammenheng, tolker en slik at opptaket av klorjoner er blitt redusert ved at plantene i stedet har fått høve til å ta opp en større mengde anjoner i form av nitrat.
6. 40 % kaligjødsel har nedsatt veksten hos plantene, mens kaliumsulfat har øket den. Utslagene er små, men likevel signifikante. Dette viser at en ikke har med en spesifikk kaliumvirkning å gjøre. Det ligger nær å tro at det store klorinnholdet i 40 % kaligjødsel kan ha virket inn også kvantitativt. Om en tilsvarende positiv virkning har gjort seg gjeldende for sulfat-jonene, lar seg ikke avgjøre på grunnlag av dette materialet.
7. Innblanding av myrjord i mengden 50 kubikkmeter pr. dekar har ikke bedret veksten hos plantene i gammel kulturjord. Den gamle måten med å blande kalk i myrjorda, må antas å virke absolutt uheldig når en har så høy jordreaksjon som her.
8. Ved å bruke sagflis som organisk tilskuddsmateriale til jorda blir planteveksten betydelig nedsatt, om en ikke samtidig tilfører ekstra store N-mengder. Dette beror på at det under omsetningen av sagflisa bindes så mye kvelstoff.

   En gjødselmengde som svarer til 0,5 vektprosent av tørrstoffet i sagflisa — beregnet som elementært N — var mere enn nok til å sikre «normal» vekst.
9. Ved å tilføre fersk- og kompostert sagflis som et eget dekklag på jordoverflaten etter prikling, ble den totale ugrasfrekvens redusert til ca. 1/30 og ca. 1/3, henholdsvis første og andre vekståret.

   Kompostert sagflis virket best fordi den i seg sjøl var mere steril. Ellers avhang virkningen av tykkelsen på dekklaget.
10. Et stort humusinnhold er ikke nødvendig for å oppnå god vekst

hos plantene. Tørrstoffproduksjonen hos 2/0 planter dyrket i ren mineraljord på skogsmark, har vært opptil 5 ganger så stor som ved dyrking i gammel planteskolejord, og dobbelt så stor som ved dyrking i rent barstrø.

11. På grunnlag av undersøkelsene kan en trekke opp følgende retningslinjer for å oppnå en mere hensiktsmessig gjødsling av den gamle kulturjorda:
    a. Ammoniumsulfat bør brukes som kvelstoffkilde i stedet for kalksalpeter.
    b. All kvelstoffgjødsel tilføres som overgjødsling.
    c. Klorholdige gjødselslag må en unngå å bruke.
    d. Myrjord og kompost må ikke iblandes kalk før den tilføres.
12. En lettdyrket, næringsfattig skogsmark av den typen en har på Sønsterud, byr på vesentlige fordeler til dyrking av skogsplanter fremfor gammel kulturjord.
    a. En er bedre sikret mot uheldige mikrobiologiske og kjemiske forhold i jorda.
    b. Det er langt lettere å øve kontroll med veksten og planteutviklingen for øvrig. Dermed får en også bedre adgang til en differensiering i plantekvaliteten.
    c. Produksjonskostnadene vil bli mindre ved at ugrasfloraen kan holdes på et beskjedent nivå med relativt beskjedne midler.
    d. Ved å opprettholde lebelter av skog, kan en oppnå et «gratis» vern mot klimatiske skadevirkninger.

Martin Sandvik

Litteratur.

Crowther, M. and Blanche Benzian (1953): Sub-Committee on Nutrition Problems in Forest Nurseries. Rep. For. Res. London.

Goulden, C. H. (1949): Methods of Statistical Analysis. Sixth pr. New York.

Jessen, W. (1938): Uber die Wirkung chlorhaltiger Kalisalze auf das Wachstum von verschiedener Holzarten in Gefässversuche. Bodenkunde und Pflanzenernährung. Bd. 7. Berlin.

Kaila, A. (1954): Nitrification in Decomposing Organic Matter. Acta Agricul. Scand. Vol. IV. 1. Stockholm.

Leyton, L. (1952): The Effect of pH and form of Nitrogen on the Growth of Sitka Spruce Seedlings. Forestry, vol. XXV, No. 1. London.

Mork, E. (1954): Om sambandet mellom omplantingsavstand, planteutvikling, kulturresultater og kulturutgifter for 2/2 gran. Medd. fra Det n. Skogforsøksv. nr. 44 (B. XIII, h. 1), Vollebekk.

Nemec, A. (1938): Uber den Einfluss des Kalkens auf das Wachstum und auf die Ernährung der Fichte in Waldbaumschulen. Bodenkunde und Pflanzenernähr., Bd. 7. Berlin.

Sortland, K. K. (1921): Jordbunden i Solørdalføret. Jordbundsbeskrivelse nr. 18. Kristiania (Oslo).

Wilde, S. A. (1937): The Use of Liquid Humate Fertilizers in Forest Nurseries. Jour. of Forestry, Vol. XXXV, No. 4. Wash.

— (1941): A Balanced Diet for Nursery Stock. Better Crops with Plant Food Mag. Vol. 25, No. 6, Wash.

Fertilizing of Spruce Seedlings (Picea Abies) at Sønsterud Nursery.

These experiments were undertaken first and foremost with the idea of recording the efficacy of the fertilizing and soilimprovement work which has been practised in this Nursery.

Two of the experiments lie outside of this framework. One of them concerns the growth reaction of plants after artificial fertilization in pure mineral soil, as compared with old soil from the Nursery and pure needle litter as growth substratum. The other is an experiment in the use of sawdust as a contributory organic material. Table 1, page 508, gives in addition a complete survey of the experimental plots.

The results of the investigations can be summed up as follows:—

1. After 15 years continuous operation with forest plants in old cultivated soil at Sønsterud, the growth of the plants has deteriorated progressively, in spite of the various attempts at fertilizing and improving the soil.
2. The reasons for this lie presumably in both the microbiological and the chemical conditions of the soil. It can be established that the soil reaction (pH 6.0—7.0) is much too high, and that it is probably a result of this condition when the manganese assimilation of the plants is practically zero.
3. Nitrate of calcium employed as a basic fertilizer in quantities of up to 50 kg. per decare, has in 6 out of 7 instances shown no positive effect on the production of dry material or increased height of the plants. In one case, a slight increase in the dry weight was recorded as a result of fertilizing with nitrate of calcium.
4. Top fertilizing with ammonium nitrate mixed with chalk (20%N) quantities of from 100 to 400 kg. per decare, after covering the

soil with fresh and composted sawdust, has led to a very pronounced increase in the growth of the plants. A marked difference between fresh and composted sawdust has also been interpreted as a pure N-effect, since the sawdust compost had already a significant nitrogen content.

5. After fertilizing with 40 % potash fertilizer immediately before transplanting, two instances were recorded of a chlorotic appearance in the plants.

   This result applied to both quantities of fertilizer, but was much more noticeable in the case of 50 kg. than for 25 kg. per decare. The injurious effects were greatly reduced and partly neutralised when calcium nitrate was administered at the same time. Since this potash fertilizer contains 40—50 % chlorine, and at the same time no comparable symptoms have been observed after using potassium sulphate, it is concluded that the discolouration is due directly to injury from the chlorine. The effect of calcium nitrate in this connection is interpreted to mean that the taking up of chlorine ions is reduced, in that the plant is able to replace these by taking up a larger quantity of anions in the form of nitrate.

6. While 40 % potash fertilizer has reduced the growth of the plants, potassium sulphate has increased it. The results are small, but none the less significant. This shows that one is not dealing whith a specific potasium effect. One is inclined to believe that the large chlorine content in 40 % potash fertilizer can have had a quantitative effect also.

   It was not possible to establish, on the basis of this material, whether a comparable positive effect has been shown for the sulphate ions.

7. The introduction of peat soil in the quantity of 50 cu. metres per decare has not improved the growth of plants in old cultivated soil.

   The old method of mixing calcium in peat soil must, in addition, be regarded as definitely unhelpful where the soil reaction is so high.

8. By using sawdust as a contributory organic material to the soil, the growth of the plants is significantly reduced unless at the same time extra large N-quantities are added. This is accounted for by the fact that so much nitrogen is absorbed during the decomposition of the sawdust.

   A quantity of fertilizer corresponding to one-half of the per-

centage weight of dry material in the sawdust — calculated as elementary nitrogen was more than sufficient to secure «normal» weight.

9. By adding fresh and composted sawdust as a topdresing material after transplanting, the total frequency of weeds was reduced to approximately 1/30, and approximately 1/3, for respectively the first and second year of growth.

   Composted sawdust acted best, because it in itself was more sterile.

   Otherwise, the result was dependent upon the thickness of the covering layer.

10. A large humus content is not necessary to obtain good growth of the plants.

    The production of dry material for 2/0 seedlings cultivated in pure mineral soil on forest land has been up to five times as large as for cultivation in old Nursery soil, and twice as large as for cultivation in pure needle litter.

11. On the basis of the investigations, the following directions can be drawn up to ensure a more appropriate fertilizing of the old cultivated soil:—
    a. Ammonium sulphate should be used as a source of nitrogen, instead of calcium nitrate.
    b. All nitrogen fertilizers should be added as top fertilizers.
    c. Types of fertilizer containing chlorine must be avoided.
    d. Peat soil and compost must not be mixed with calcium before being added to the soil.

12. A lightly cultivated forest land, poor in nutrients, of the type found at Sønsterud, offers considerable advantages over old cultivated soil in the growing of forest plants:—
    a. A better protection is afforded against injurious micro-biological and chemical conditions in the soil.
    b. It is, in addition, much easier to exercise control over the growth and development of the plants.
    c. The production expenses will be less in that the weed flora can be held at a reasonable level with relatively modest means.
    d. By establishing shelter-belts of forest, a «free» protection can be obtained against injurious climatic effects.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

RISTO SARVAS

Studies on the Seed Setting of Norway Spruce

Contents.

Introduction 533
Amount of the Spruce Seed Crop 534
Method of Research 534
Variation of the Annual Seed Crop 537
Regional Variation in Amount of Seed Crop 542
Quality of the Spruce Seed Crop 547
Variation in the Quality of the Annual Seed Crop 547
Regional Variation in the Seed Crop Quality 550
Discussion 551
Summary 553
Literature 554

Introduction.

The exceptionally abundant flowering of spruce in the spring of 1954 awakened particular interest everywhere in Northern Europe, as well as in some parts of Central and Eastern Europe. Pollen accumulated abundantly on lake shores, it was visible in yellow furrows along the depressions of forest trails and even on the floors of dwelling places. The process of flowering itself, such as it met the eyes of the investigator when seen in pure, fairly extensive spruce stands from the crowntops of the trees, was a natural phenomenon of overwhelming beauty which is not easily forgotten. Possibly a similar experience inspired the Finnish folklore poet in Kalevala to call spruce by the name of *kukkalatva,* «the flowering crown».

Since it is known that abundant seed crops are obtained from spruce much less commonly than e. g. from pine, a year with an abundant crop has a great and immediate significance from the point of view of practical forest management. But good seed years also offer an opportunity for clarifying several theoretical questions concerning the spruce seed crop. The results, again, are all the more of greater practical range, since the main portion of the total crop is concentrated to such years as those.

This study is a direct continuation of those investigations bearing on the seeding ability of our forest trees which Professor Olli Heikinheimo started in Finland some 30 years ago. In addition to the extensive use made in the present investigation of Heikinheimo's previously published studies, his work has created a profitable foundation both for the methodical and the theoretical part of research. The field work has been done by forest technicians of the Experimental Forests of the Forest Research Institute. The laboratory work was carried out by Mrs. Eva Seppänen. At various stages of this investigation I have been further assisted by Olavi Huuri, B. For., and by Ukko Rummukainen, M. For. The work being now completed, I wish to express my sincere and respectful thanks to all the above persons.

Amount of the Spruce Seed Crop. Method of Research.

The amount of the seed crop of spruce was studied with the aid of the seed trap method. This method was first applied in forestry science by the Russians ORLOW, SAMARAJEW and SUROSH (MOROSOW 1928 p. 223—224). Instead of the wooden boxes with low sides used by these investigators, OGIJÉWSKI (MOROSOW 1928, p. 223), at a later date, had the traps prepared of metal in the shape of a funnel. Seed traps, chiefly box-shaped, were later used by numerous north European investigators, as for instance KIAER (1922), HEIKINHEIMO (1932, 1937, 1948) and HESSELMAN (1934, 1939).

In the present investigation funnel-shaped traps made of galvanized plate were used for measuring (Fig. 1); the area of the upper orifice was exactly 0.5 sq.m. and of the lower orifice about 20 sq.cm. By means of point welding, the lower opening was fitted with a ring, to the neck of which a small sack was attached, made of fabric pervious to water. Two seed traps were placed in the central part of each spruce stand under investigation. The average distance between the traps was about 15—20 m. The traps were emptied monthly.

In many respects metal funnels have proved more expedient than

Fig. 1. Sample stand No. 119, Padasjoki, with seed traps. Photo 11. 9. 1954 O. HUURI.

Fig. 2. Sample stand No. 378. Tuusula. Photo R. Saarnio 22. 4. 1956.

boxes with wooden sides and net bottoms. Above all, the former are much more durable and more reliable. After 10 years of use practically no corrosion is seen in metal funnels, whereas boxes made

Table 1. *Measuring results in research stands.*

Sample plot No.	Commune	Longitude	Latitude	Height above sea level m.	Area of the stand ha.	Year of measuring	Stand				
							Age, years	Number of stems	Canopy cover %	Dominant height	Growing stock m^3/ha
378	Tuusula	25° 01′	60° 21′	53	26	1956	81	735	65	23	256
435	—»—	25° 00′	60° 21′	59	10	1954	130	440	45	29	364
119	Padasjoki	25° 03′	61° 23′	111	4	1952	81	384	61	25	258
120	—»—	25° 04′	61° 23′	113	1	1946	99	320	70	28	237
436	Juupajoki	24° 18′	61° 51′	147	20	1954	94	552	65	26	406
500	Vilppula	24° 22′	62° 02′	106	0,5	1952	64	306	58	25	227
501	—»—	24° 22′	62° 03′	130	1	1952	83	304	40	28	259
502	—»—	24° 32′	62° 03′	132	0.5	1952	60	292	60	24	157

Fig. 3. Sample stand No. 435, Tuusula, with seed traps. Photo 29. 4. 1956 R. Saarnio.

of wood and wire netting would have to be renewed perhaps a couple of times within that period, and the netting would require repairs even more often. However, it is of even greater importance that seed collected into funnel-shaped traps will not be borne away by the wind or eaten up by small animals. In control tests funnels have yielded fairly regularly larger crops than boxes. An important advantage adding to the accuracy of the measuring is moreover to be found in the circumstance that emptying funnels is quicker and more reliable than where boxes are concerned. This is a marked advantage, particularly in windy and rainy weather.

For the investigation were chosen spruce stands growing on good spruce soil, pure, mature or approaching that condition, tended with silvicultural low thinnings. To obtain clear-cut data on regional variations of the seed crop, the objects of research were selected on different latitudes in South and North Finland. For the majority of the stands under investigation their most important characteristics were determined by measuring a sample plot; the chief results of these measurements are presented in Table 1. Age in this Table means the number of annual rings calculated as closely as possible to the butt end, the number of trees means their number in the principal forest without undergrowth, the canopy cover is the vertical projection of the crowns in per cent of the whole growing area, height of dominant trees is

the average height of 100 thickest trees per hectare, and the growing stock is growing stock of the total standing crop incl. bark.

The following data are provided on those stands in North Finland for which figures based on sample plots are not available.

No. 503. Rural commune of Rovaniemi, Pisavaara (long. 25° 09′, lat. 66° 19′, 112 m. above sea-level, NE slope, 2°), about 220 years of age virgin spruce stand, forest site of Northern *Myrtillus* (*nigra*) *type*. Area about 20 ha.

No. 504. Rural commune of Rovaniemi, Hirvas (long. 25° 24′, lat. 66° 25′, 70 m. a. s.l.), 100–150 years of age, spruce stand growing on Northern, somewhat swampy *Myrtillus* site type, mixed with some individual white birch. Area about 5 ha.

No. 505. Rural commune of Rovaniemi, Kumpukivalo (long 26° 46′, lat. 66° 20′, 182 m. a. s.l.), spruce growing on Northern *Myrtillus* site type, 120 years of age. Number of trees 512 per ha., canopy cover 61 %, dominant height 17 m., and growing stock 77m^3/ha. incl. bark. Thinned in 1946, a very dense growth previously. Area about 30 ha.

No. 506. Rural commune of Rovaniemi, Kaihuanvaara (long. 26° 50′, lat. 66° 23′, 192 m. a. s.l.). Vigorous, fertile stream-side hollow on which full-grown spruce mixed with some few birches are standing. Area about 2 ha.

No. 507. Kittilä, Pallasjärvi (long. 24° 09′, lat. 68° 02′, 290 m. a. s.l.). Old spruce, *Hylocomium-Myrtillus* site type. Area about 150 ha.

Variation of the Annual Seed Crop.

Attention has been devoted to annual variations of the seed crop of forest trees ever since the beginning of the science of forestry. Among the most important surveys in North European countries elucidating the problem, mention should be made of Blomqvist's (1883, p. 54), Heikinheimo's (1915, pp. 136–139), Kiaer's (1922, p. 16), Eide's 1926 b, 1927 b, 1928–1935), Tirén's (1935), Opsahl's (1936–1950) and Austin's (1951–1955) data. As a rule, ocular observation has been resorted to, on account of which the available data are rather subjective and do not provide such a reliable basis as would be necessary particularly with regard to clarifying the causes of variations.

The longest series based on objective measurements are obtained in the studies of Heikinheimo (1932, 1937, 1948). In fact, the following observations are essentially based on these series and on the measurements performed in continuation of them in the years 1947–55; together they provide a fairly accurate picture of variations in the spruce seed crop within certain stands over a period of 30 years.

The least interrupted series is available from Vilppula; it is shown in Table 2. For the period 1927–46 investigations were performed in research plot No. 36 described in more detail by Heikinheimo (1937, p. 8). The stand was a pine-spruce mixed forest dominated

Table 2. The variation of the annual seed crop of spruce during the 30-year period 1927–1956 in Vilppula. From 1927 to 1946 the research plot No. 36 and from 1947 to 1956 the sample plot No. 501.

Year	Filled	Filled + empty	Percentage of filled seeds	Year	Filled	Filled + empty	Percentage of filled seeds	Year	Filled	Filled + empty	Percentage of filled seeds
	seeds/m²				seeds/m²				seeds/m²		
1927	0	0	0	1937	21	29	72	1947	4	25	16
8	0	0	0	8	0	7	0	8	12	42	29
9	**353**	**551**	**64**	9	0	1	0	9	14	50	28
1930	0	22	0	1940	0	0	0	1950	1	5	20
1	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	26	54	48	**2**	**150**	**192**	**78**	2	52	131	40
3	2	5	40	3	2	5	40	3	1	5	20
4	**137**	**220**	**62**	4	0	0	0	4	0	0	0
5	6	39	15	5	0	2	0	**5**	**271**	**322**	**84**
6	0	0	0	6	24	61	39	6	0	0	0
Average of years 1927–1956									35.9	59.0	61

by spruce (about 60 % of the growing stock was spruce and 40 % pine, 90—100 years of age; dominant height 29 m and growing stock incl. bark 30 m³/ha). In the autumn of 1947 the seed traps were moved to sample plot No. 501 growing pure spruce (see Table 1), and simultaneously funnels made of plate were adopted instead of the box-shaped traps which had been used before.

When studying Table 2 it would be well to bear in mind that the years entered in it are years of seed dispersal. Since the spruce seed, apart from some rare exceptions, is shed in Finland in early spring, mainly in April-June, the year of dispersal follows the flowering year. This should be particularly emphasised, since both in Norway and in Sweden it seems to be the custom, as far as spruce is concerned, to enter as the year of seed crop the same year during which the flowering takes place. The seed years to be regarded as abundant are shown on Table 2 in boldface. Even a cursory glance thrown on this table is sufficient to show that really abundant seed years are separated by very long intervals. If moreover the figures of this table are compared with the data published by Heikinheimo (1932, 1937, 1948) on other parts of the country, it will become apparent that the years 1929, 1942 and 1955 only were truly good spruce seed years in the whole of South Finland during the last 30 years.

The years from 1927 backwards are unfortunately based in our country on mere ocular observations. According to them, truly good

Fig. 4. Tops of spruce crowns heavily loaded with cones in the good seed year 1954/55. Padasjoki, sample plot No. 120. Photo O. Huuri 11. 9. 1954.

spruce seed years comparable to the foregoing seem to be the years 1917 (Borg 1936, p. 46) and 1905 Heikinheimo 1915, p. 138, Soboleff and Fomitzeff 1908, p. 67), 1917 being less certain than 1905. Of these years, 1905, 1929 and 1955 appear to have been good spruce seed years in the whole of Northern Europe, 1942 on the other hand only in Finland and Northern Russia (Danilow 1953).

When studying the statistics collected above, attention focuses not only on the infrequency of truly good spruce seed years, but also on the regularity in the periodicity of their occurrence. The years 1905, 1917, 1929, 1942 and 1955 follow each other with surprising regularity at intervals of 12—13 years. In between these peak years there may be on an average possibly one such year whose seed crop is sufficiently abundant that e.g. collection of cones for silvicultural purposes can be recommended.

It may of course be possible that the results obtained here will have to be revised even in the near future. However, a series of 30 years' duration, based on measurements which should be considered objective, is of such length that serious attention must be devoted to it and it gives rise to much thought.

It is well known that attention has been devoted to the long

Fig. 5. Close-up of a crown top in the summer of 1954. Hausjärvi, Oitti. Photo O. Huuri 6. 8. 1954.

intervals between good spruce seed years in numerous previous studies as well, even if the length of the intervals has not before appeared as great and marked as now. It is, however, noteworthy that even Cajander (1917, p. 182) suggested that good spruce seed years occurred only once in 10 years, and a similar opinion seems to have been adopted recently in Central Europe as well (Messer 1948, p. 33). This difference is obviously due in part to the circumstance that in ocular observations, on which a large part of previous opinion is based, an idea of the abundance of the seed crop is most frequently formed from the number of cones on the trees. Often however, and particularly on account of different modes of devastation by insects and fungi, the actual crop may fall considerably short of this potential quantity. This is usual especially in years of mediocre or feeble crops. One can therefore say as a rule that variations in the actual abundance of crops during different years are considerably more marked than if the crops are assessed potentially, on the basis of the quantity of cones.

It is naturally possible as well that certain geographical features typical for Finland reveal this periodicity with greater clearness than in many other countries. A flat country, spreading like a low plateau, which does not practically speaking rise above an altitudinal

curve of 250 extending from the southern to the northern border of the conifer belt, provides a certain greatness in the phenomena of nature. This is possibly stressed moreover by the position of the country rather close to the climatic extreme of forest growth, particularly of spruce, in which especially the radiation energy appears as a minimum factor.

In earlier investigations on the periodicity of the spruce seed crop and its causes (e.g. TIRÉN 1935, JURKEVITSH and LUBJAKO 1955) the opinion is very frequently expressed that a hot and dry summer easily tends to produce abundant flowering of spruce during the following summer. A closer study of meteorological factors over the period 1900—1955 is therefore called for. Table 3 presents data on average temperature and amount of rainfall at Tampere (long. 23° 46′, lat. 61° 30′) for these years. These figures also include the humidity index calculated by the method of MARTONNE (1926) in such a way that the amount of precipitation during the growing season has been divided by its average temperature. However, in order to restrict the table, only the growing periods preceding the good seed years of spruce in the Tampere area have been included, as well as the means for the whole period, for the sake of comparison.

When studying Table 3 it would appear that the opinion mentioned above gains support. In the summer of 1903 attention is focussed on the temperature in June, somewhat exceeding the average, in the

Table 3. Meteorological data on the growth periods preceding the heavy flowering of spruce in the years 1900–1955 and the average for the whole of this period at Tampere Meteorological Station (long. 23° 46′, lat. 61° 30′).

Year	Month								Humidity
	June	July	August	Mean	June	July	August	Total	
	Mean temperature, + C°				Precipitation, mm.				
1903	15.2	16.0	14.0	15.1	60	68	94	222	14.7
1915	11.5	17.8	14.0	14.4	53	121	42	216	15.0
1927	13.1	20.2	17.6	17.0	40	136	84	260	15.3
1940	14.9	17.5	13.8	15.4	13	62	61	136	8.8
1953	17.6	16.2	14.3	16.0	43	140	114	297	18.6
Mean	14.5	17.5	14.7	15.6	42	105	79	226	14.5
	Average of the years 1900–1955								
	14.1	17.3	15.0	15.4	54	66	73	193	12.7

summer of 1927 on the high temperature in July, for the summer of 1940 on its exceptional drought, and for the summer of 1953 on the high temperature in June in association with a small amount of precipitation. In the summer of 1915, however, no such features are noticeable, but rather to the contrary. Yet it should be noted that, for the period of 1900—1955, there has been such a frequent occurrence during summer time of exceptionally high temperatures in association with drought, without any following abundant flowering of spruce, that the temperature — drought factor can hardly be regarded as a factor of decisive importance in the occurrence of years of good spruce seed crops. It should rather be attributed only a certain significance as a factor providing the impulse.

Since the 12—13 years' period in the occurrence of years of good spruce seed crops as evidenced above closely approaches the known 11-year-period of sun spots, attempts were also made in connection with this investigation to elucidate the mutual relation, if any of these periods. No obvious interrelation could however be established. However, this point of view is worthy of further study.

Regional Variation in Amount of Seed Crop.

In practical silviculture one is frequently confronted with the important question of those differences which persistently exist in the seeding ability of forest trees in different regional areas. This problem, to which great attention has been devoted in many earlier investigations (Hagem 1917, Eide 1923, 1927 a, 1928—30, Heikinheimo 1932, 1937, 1948, Wibeck 1920, Kujala 1927) is also being dealt with here in some of its aspects. The circumstance already mentioned that Finland spreads the conifer belt as an even plateau from its southern border to the arctic tundra, naturally offers good possibilities for making such regional comparisons.

In the elucidation of regional variation in the amount of seed crops the most reliable basis is provided by prolonged investigations during tens of years performed with the aid of seed traps. However, it is known that tests of long duration are apt to become sensitive to damage in many different ways. Thus in Finland such experiments were badly interrupted by the war, particularly in the northernmost parts of the country. The series of results, fragmentary and of short duration, which is at our disposal, is shown in Table 4. It emerges, particularly after a comparison with the series of results from Vilppula illustrated in Table 2, p. 538, that the spruce seed crop in Northern

Table 4. *The annual variation and average seed crop of spruce in sample stand No. 505, Rovaniemi, Kumpukivalo (lat. 66° 20′).*

Year	Filled	Empty	Total	Percentage of filled seeds	Year	Filled	Empty	Total	Percentage of filled seeds
	seeds/m²					seeds/m²			
1932	15	15	30	50	1938	1	1	2	50
3	0	0	0	–	9	3	12	15	20
4	0	0	0	–	1940	0	1	1	0
5	1	2	3	33	1953	0	1	1	0
6	0	1	1	0	4	2	8	10	20
7	5	1	6	83	5	40	15	55	73
Average of the years 1932–40, 1953–55						6	4	10	54

Finland has been much more restricted than in the southern half of the country.

Regional comparisons on an extensive basis can also be made by carrying out measurements during one year attaining the peak of seed production throughout the whole area to be investigated. Good chances for such a clarification were provided by the year 1955 which was an exceptionally abundant spruce seed year everywhere in Northern Europe. Since however, when making this kind of comparison, there is always some doubt whether the year in question could actually be considered as having had the same seed year value for the entire research area, the results obtained can be complemented by comparing the known peak crops from different areas with each other. As the total production of spruce seed is concentrated in its most significant part in the very good seed years, the extent of their crop provides a good indication of the total production as well, and of its regional variations. The value of the peak years as an indicator of regional variation in the total seed production naturally depends to a considerable extent on the length of the intervals at which such peak crops occur in different areas. If the intervals are of the same extent, as seems to be the case in a great portion of the principal range of spruce (cf. p. 540), peak crops will be highly applicable for the clarification of regional variation. If, on the other hand, the intervals have an average of different length, this should be given consideration when drawing conclusions. — Use will be made below of the possibilities offered by one good seed year, as well as by peak crops.

The results for measurements of the seed crop which clarify regional differences in the good seed year 1955 will be seen in Table 5.

Table 5. Measuring results of the seed crop of spruce in the spring of 1955.

Sample plot No.	Seed trap	Filled	Empty	Total	Filled seeds	
		seeds/m²			%	kg./ha.
		Tuusula, Ruotsinkylä (lat. 60° 21′)				
378	a	820	182	1 002	82	
	b	302	102	404	75	24.8
435	a	782	182	964	81	
	b	684	166	850	81	32.4
		Padasjoki, Vesijako (lat. 61° 23′)				
119	5	716	174	890	80	
	6	1 318	626	1 944	68	45.0
120	7	1 248	390	1 638	76	
	8	478	280	758	63	38.2
		Juupajoki, Hyytiälä (lat. 61° 51′)				
436	1	278	102	380	73	
	2	136	6	142	96	9.2
		Vilppula, Palomäki (lat. 62° 02′)				
500	1	224	76	300	75	
	2	354	182	536	66	12.8
501	3	226	64	290	78	
	4	316	38	354	89	12.0
502	7	208	96	304	68	
	8	340	112	452	75	12.1
		Rovaniemi, Pisavaara (lat. 66° 19′)				
503	1	12	22	34	35	
	2	18	20	38	47	0.6
		Rovaniemi, Kumpukivalo (lat. 66° 20′)				
505	1–2	40	15	55	73	1.5
		Rovaniemi, Kaihuanvaara (lat. 66° 23′)				
506	1–2	6	7	13	46	0.2
		Rovaniemi, Hirvas (lat. 66° 25′)				
504	1	14	14	28	50	
	2	6	22	28	21	0.4
		Kittilä, Pallasjärvi (lat. 68 ° 02′)				
507	1	22	12	34	65	
	2	30	8	38	79	1.0

The experimental areas mentioned therein have already been briefly described in Table 1, p. 535, and on page 537. The weight of filled seeds per hectare was obtained by using in the South Finnish material 4.424 mg as the weight of one filled grain (cf. HEIKINHEIMO 1937, p. 67), and in North Finnish material 3.712 mg (on the basis of determinations obtained in the present study).

The sample stands have been arranged in Table 5 in the order of their geographical latitude, beginning with the southernmost and ending with the northernmost latitude. When comparing the crop figures of different stands with each other, one can see clearly the very abrupt drop in the seed crop when moving from southern to northern stands of research. Particular attention is focussed e. g. on the considerable decrease in crop even between Padasjoki and Vilppula, i. e. between latitude 61 and 62. The poorness of the crop result in Tuusula as compared with Padasjoki must apparently be ascribed to the difference between the sites of the stands studied: in Tuusula fine sand, relatively poor in nutrients, in Padasjoki loamy moraine, rich in nutrients.

Regional differences become possibly even clearer when the results of Table 5 are transformed into a diagram (Fig. 6).

The available data concerning the peak quantities of spruce seed crops complete the picture thus obtained.

The highest crop result obtained in Finland is the 45 kg filled

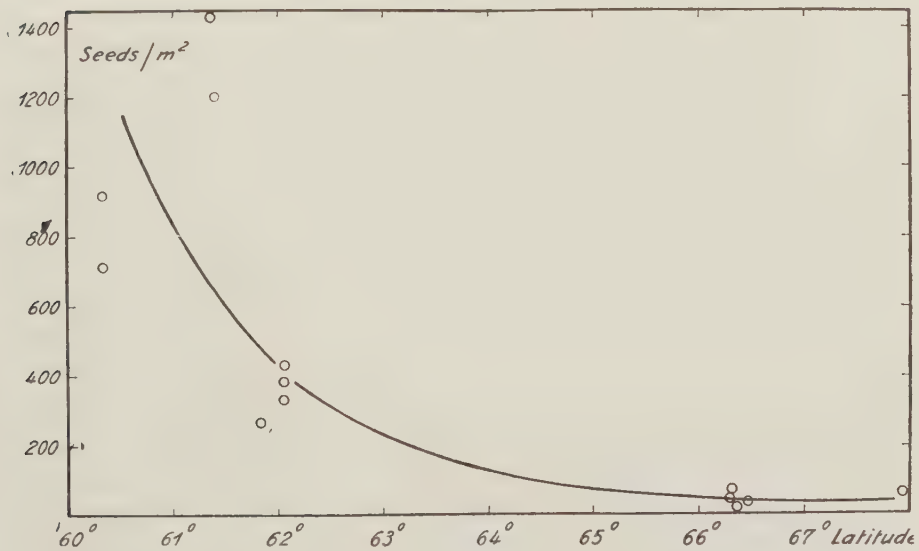


Fig. 6. The regional variation of the seed production of spruce.

Table 6. *Data on the maximal amounts of spruce seed crops.*

Place	Latitude	Year	Filled seeds		Percentage of filled seeds	Author
			per m^2	kg./ha.		
Forstamt Isen	48° 11′	1952	1 658	108	56	Siegl (1953, p. 377)
Ingolstadt ..	48° 45′	1952	1 975	143	76	—»—
Kurschan ...	56.0°	1905	–	95	(68)[1]	Soboleff and Fomitzeff (1908,
Kursiten	56.5°	1905	–	132	(82)	p. 70)
Podboroff ...	58.0°	1905	–	81	(69)	—»—
Ochta	60.0°	1905	–	64	(70)	—»—
Lojan	60.5°	1905	–	72	(71)	—»— (cf. latitude p. 22)
Tuusula	60° 21′	1955	733	32	81	Present investigation
Padasjoki ...	61° 23′	1955	1 017	45	71	—»—
Vilppula ...	62° 02′	1955	278	12	75	—»—
Rovaniemi ..	66° 20′	1932	56	2.3	41	Heikinheimo 1937, s. 27
Kittilä	68° 02′	1955	26	1.0	72	Present investigation

1) The figures in brackets indicate the germination percentages instead of filled seed percentages.

seeds per hectare now measured in sample plot No. 119 at Padasjoki. The former record has been reported by Heikinheimo (1937, p. 56), i. e. 27.3 kg/ha filled seeds which were obtained in Tuusula, Ruotsinkylä Experimental Forest, in 1929, from the same stand in which sample plot No. 435 of the present study was placed, and in which the crop of 1955 amounted to 32 kg filled seeds per hectare.

To achieve a general view, Table 6 presents a collection of data concerning peaks of the spruce seed crop, both according to this study and to figures published in the literature. In spite of lack of uniformity of measurements and other defects in the combined table, the same general feature as above emerges nevertheless very clearly: there is a steep decrease of the seed crop when moving northwards, beginning approximately with latitude 57. In the northernmost spruce stands the seed crop amounts to about only one-hundredth of the best Central European crops.

This swift weakening in the seeding ability of spruce in the direction of the North is even more noteworthy, considering that the decrease is rather slow for pine. Thus Heikinheimo (1948, p. 14) has obtained at Pallasjärvi (lat. 68° 02′) near the timber line of pine 5 kg in 1940 and at Kivalo (lat. 66° 20′) within the same year 6 kg filled seed per hectare, while the peak crop in the whole country only amounted to 10.1 kg per hectare (at Punkaharju in 1927, Hei-

KINHEIMO 1932, p. 34, 36 and 58). It is worthy of note in this connection that KIENITZ (1881), using the sample tree method, assessed the seed crop of a mature (90 year-old) pine stand in Prussia (Biesenthal, Mark Brandenburg) within a good seed year at about 6,7 kg/ha.

It is not possible, within the scope of this paper, to present an exposition of the causes responsible for the abrupt regional deterioration of the spruce seed crop in the northern direction, and at the present state of our knowledge there is hardly any sufficient basis for a successful treatment of this problem. It is, however, obvious that the northern spruce race has even racially a smaller seed crop than more southern races. The amount of cones is less and they are smaller. The smaller size of the cones is seen for instance in the provenance experiments established in Southern Finland, in which the cones of North Finnish spruce remain much smaller than the South Finnish ones, and the number of seeds they contain is much less. It is also known that the general vitality of spruce is reduced towards the North much more abruptly than that of pine.

Quality of the Spruce Seed Crop.
Variation in the Quality of the Annual Seed Crop.

The quality of the spruce seed crop has been studied by examining the seed collected in the seed traps. The seeds were split in the laboratory and filled seeds were separated from empty ones with the aid of a magnifying glass. Clarification of the quality did not go farther than this. Considering that the seed frequently has to remain in the trap for a long time, alternately dry and wet, a germination test could not be expected to supply a correct picture of the actual germinative capacity of the seeds at the time of dispersal. On the other hand, it must be said, however, that clarification of quality in which only empty and filled seeds are separated from each other, leaves much to be desired. Yet the method employed also has some advantages; in the first instance, the fact that seeds collected from the seed trap supply a random sample of the seed crop of several trees and even from different portions of their crowns, while a random collection, for instance by gathering cones, would be associated with considerable difficulties.

Measuring results of annual variations in the quality are presented in Table 2, p. 538. A cursory glance is already sufficient to prove that in the poor seed years the quality of the seed was on an average

Table 7. The dry matter contents of male flower remnants of spruce in Vilppula in the years 1947–1954.

Sample plot No.	Seed trap No.	Year of flowering							
		1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954
		Dry matter contents, mg/m²							
500	1	72	684	200	158	2 198	678	492	2 150
	2	102	453	254	80	2 478	1 210	240	1 758
501	3	80	452	138	58	3 228	800	282	1 848
	4	162	278	80	222	2 496	796	416	1 484
Average		104	467	168	130	2 600	871	358	1 810

poorer than in good seed years. This has even been established in several earlier investigations (e. g. HEIKINHEIMO 1948, JURKEVITSH and LUBJAKO 1955). A closer study reveals moreover that the quantity of the crop and its quality are most clearly correlated if the crop is relatively weak, but where medium size and even larger crops are involved the increase of the amount of crop is no longer accompanied by an improvement of quality. This is even more clearly visible in Fig. 7 which incorporates in the shape of a diagram all measuring results obtained in connection with the present study from pure spruce stands in South Finland.

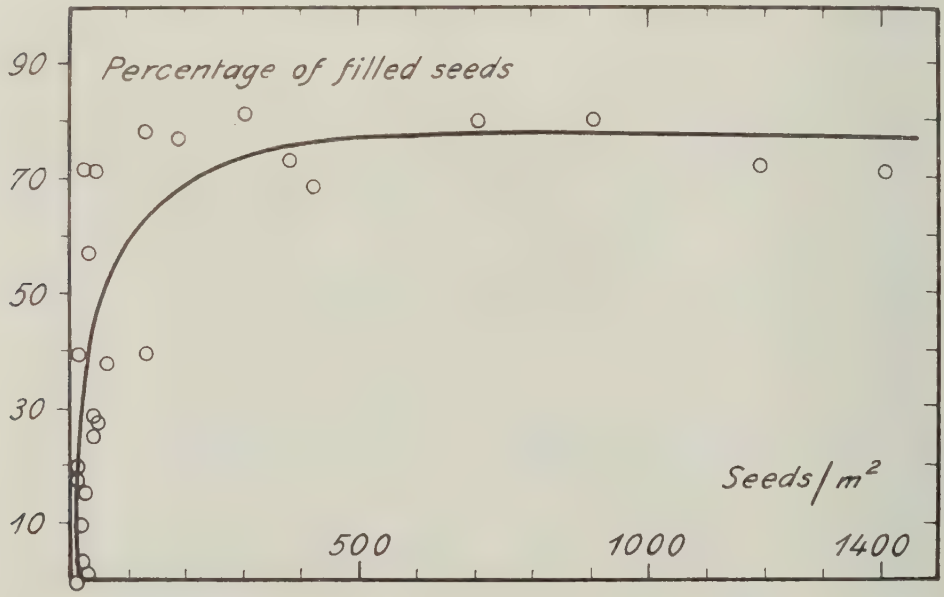


Fig. 7. The correlation of the filled seed percentage and the total seed production of spruce.

The factors which produce variations in the annual seed crop have been dealt with in previous investigations (SARVAS 1955). It became evident at that time that there is a considerable correlation between the quality of the seed crop and pollination probability of female flowers, particularly if the flowering is relatively scarce.

This question has been further elucidated in the present study by investigating the annual variations in the abundance of male flowering. A numerical picture of these variations was obtained by weighing the male flower remnants (dried at + 105°C) which had been dispersed yearly into the seed traps. The results of these measurements are seen in Table 7. The figures illustrate, when compared with each other, the potential abundance of male flowering within different years.

To a certain extent the tabulation of actual seed crops in Table 2, p. 538, illustrates the abundance of female flowering for the preceding years, i.e. the potential seed crop for the years in question. Mainly on account of different kinds of damage to the seeds, there may be quite a considerable difference between a potential and an actual seed crop, which, as there has already been occasion to remark, increases the difference in actual crops beyond the expectations one may have had on the basis of female flowering, viz. of the potential seed crop.

If Tables 2 and 7 are compared with each other, it is nevertheless possible to establish that the periodicity in male and female flowering is similar to a considerable extent, although pronounced differences also exist. E. g. in 1951 male flowering was relatively much more abundant than female flowering, a circumstance to which attention has even previously been devoted (SARVAS 1955, p. 19 and p. 29).

During those years in which the seed crop has been scarce, the pollination of female flowers remained as a rule on a lower scale than in years with an abundant crop, which in its turn is the reason why a relatively great portion of spruce seed is empty in years with a poor seed crop (cf. also SARVAS 1955, pp. 28—31). Upwards of a certain threshold, however, abundance of male flowering no longer possesses a decisive importance for the height of the percentage of filled seeds, because practically speaking all ovules become pollinated even with a smaller amount of pollen. Let us confine ourselves to stating that e.g. in the spring of 1954, immediately after the best flowering period (May 28th, 22 00), an average of 19.2 ± 1.49 pollen grains per ovule was found by microscopical examination of the spruce female flowers from Tuusula sample plot No. 378.

The smallest number per micropyle in a random sample of 30 ovules was 8, and the largest was 40. In spite of this pollination, which must be considered particularly abundant, the percentage of filled seed in the crop resulting from the flowering rose to «only» 75. — The reasons why a considerable amount (5—30 %) of empty seed occurs in spite of sufficient pollination are manifold, as has already been reported (Sarvas 1955, p. 29), and to a considerable extent they still await further clarification.

Regional Variation in the Seed Crop Quality.

The same material which was collected for regional determination of the amount of seed production offers a basis for regional examinations of the quality as well. Tables 5, p. 544 and 6, p. 546 are worthy of attention in this connection. It must be noted however, as already mentioned, that in this material the seed quality has been studied only in regard to separation of filled and empty seeds from each other. In the southern half of Finland, where the spruce seed is well matured with fair regularity, a satisfactory picture of the germinating ability of the seed is thus obtained. Whereas in more northern regions even filled seeds may be unfit for germination to a considerable extent, or even fully, the cause being that primarily on account of the shortness and coldness of the growing season the seed is not sufficiently matured. As far as Northern Finland is concerned, the following examination, which is confined to the filled seed percentage only, will be one-sided and superficial. Since, however, the regional character of spruce seed maturation has been previously studied very thoroughly (Hagem 1917, Wibeck 1920, Kujala 1927, Eide 1928—30), it was felt that there was no imperative reason to study the problem in this investigation.

A brief survey of Tables 5 and 6 reveals that no clear regional differences can be distinguished in the filled seed percentages of spruce. In the best seed years the filled seed percentage varies on an average between 70 and 80, irrespective of more southern or more northern location of the stand. Thus for instance in the summer of 1955 a Pallastunturi spruce stand growing near the northern timber line had a crop with 72 % filled seed, and a Kivalo spruce stand had 73 % in the same year. Studies concerning the amount of male flowering indicate that the abundance of male flowering in spruce does not fall from the south to the north at the same rate as the seed crop. Thus for instance in 1954 at Padasjoki, sample plots No. 119 and 120, the aver-

age of male flower remnants in the seed traps was 2814 mg/m², in sample plots No. 500 and 501 at Vilppula the average was 1810 mg/m², and in sample plot No. 505 at Kumpukivalo it was 1148 mg/m². It is therefore obvious that male flowering of spruce does not decrease in the northern direction to an equal extent as the seed production of spruce. The probability of pollination of female flowers consequently remains relatively high even in forests with a strongly northern locality. The studies of EIDE (1927 a, p. 22), carried out in Northern Norway, give similar indications.

Although the seed of pure spruce stands in northern areas accordingly, if estimated only on the basis of the filled seed percentage in good seed years, can appear to be of a satisfactory quality, its germinating ability can nevertheless be very poor in consequence of insufficient maturation. Thus in 1932 and 1955, the only years within the series of better examined years (1932–40; 1953–1955) in the course of which, practically speaking, even a small amount of spruce seeds was obtained in North Finland (cf. Table 4, p. 543), the summer of the former (1931) was colder than average, on account of which the spruce seed did not mature. The summer of 1954, on the other hand, was warmer than normal (average temperature for June-September was 11.1°C at Sodankylä), owing to which, on lower-lying lands at least, the spruce seed obviously matured fairly well.

In addition to the amount of seed crop of spruce being very scarce as compared with South Finland, its quality is therefore poor owing to imperfect maturation. The consequence is that in Northern Finland spruce only rarely sows practically significant quantities of germinable seeds.

Discussion.

The seed crop of forest trees and its quality are of interest in practical forestry and forest science for several reasons. First of all data concerning the seed crop are needed for both natural and artificial regeneration of the forest and as a basis for the study of problems in forest genetics.

In natural regeneration of the forest the seed crop of the parent stand is one of those factors which, by a suitable management of the forest, can be influenced more easily than many other basic regenerating factors. Since a natural regeneration of spruce usually is practically important in Finland on fertile sites, on which the meteorological conditions of the growing season, e. g. drought, affect

the course of regeneration to a relatively insignificant extent, the seeding phenomenon acquires a most essential importance.

The concentration of the seed production of spruce in Finland for the most part on years separated by very long intervals, e. g. in this century on peak years only recurring at 12—13 year intervals, obviously has a decisive effect on the course of natural regeneration. For this reason e.g. the formation of seedling stands is marked by a very pronounced periodicity.

Also for artificial regeneration the marked periodicity of the seed crop is of great significance. In practical forestry it is much more economical to produce spruce seed in good than in poor seed years. The collecting of cones entails much lesser expense then. Furthermore, seed extraction results, calculated for instance in kg per hectoliter of cones, owing to the good quality of the seed in a much higher level than in medium good seed years. In well-planned forestry in Finland it therefore appears expedient to collect and to store such lots of seed during the very good seed years as would be sufficient to cover approx. 10 years' requirements.

The pronounced regional decrease in the spruce seed crop from south to north is one of the most noteworthy features in the regeneration phenomenon of northern spruce forests. It throws much light on the very pronounced difference which can be found in the regenerative susceptibility of spruce between South and North Finland. A comparison of the establishment of reproduction in spruce sites is difficult indeed, particularly on account of their very different humus covers, but on barren heathy woodlands the difference is all the more pronounced. The aggressiveness of spruce on those sites which are too barren from the point of view of its subsequent growth, is markedly less in North Finland than in the southern half of the country (cf. e.g. Sarvas 1944, Table 36, p. 169, and Sarvas 1950, Table 7, p. 56). Since just such more or less barren woodlands, to be regarded as «pine sites», are predominating among all North Finnish productive firm forest lands (about 73 %, Ilvessalo 1942, Table 18, p. 273), the poor seeding ability of spruce in Northern Finland should be regarded, in consideration of the development of tree species composition, as a very positive phenomenon.

The abrupt fall in the amount of spruce seed from the south to the north is worthy of attention also for the organisation of seed collection. Spruce seed requirements being very restricted in the northern half of Finland, even practically non-existent, the collection of seeds is naturally centralised on the southern half of the country.

The results obtained in this study show however that even in South Finland there are very marked variations in seed production. The zone lying approximately between latitudes 60.5 and 62 appears to be the most productive area. In addition, spruce seems to prosper very well on moraines rich in nutrient which occur abundantly in this zone, which is naturally apt to facilitate the finding of stands suitable for the collection of seed.

Summary.

The object of this research was to clarify the annual and regional variations in the amounts and quality of the seed crop of spruce.

The research is chiefly based on investigations carried out with the aid of seed traps.

Variations in the amounts of the seed crop were examined by taking into consideration the number of dispersed filled seed per sq.m. and their weight.

Variations of the annual seed crop reveal a 12 to 13-year periodicity. Truly good spruce seed years (years of seed dispersal) in the southern half of Finland were the years 1905, 1917, 1929, 1942 and 1955. In between the peak years there occurred on an average only one such year whose seed crop was sufficiently abundant to justify a recommendation e.g. to collect cones for practical purposes.

Regional variations can also be observed very clearly in the amounts of seed crop: from South to North Finland there is a very abrupt fall in the amounts. Since even in South Finland the spruce seed crop is considerably less than in Central Europe, the crop in the northern spruce stands only rises to about one-hundredth of the peak crops. This is all the more remarkable, as no corresponding pronounced fall in the amount of seed crop of pine can be observed.

In examining the quality of the seed, attention was primarily devoted to the percentage of filled seeds, which is often the decisive qualitative factor in spruce seeds. The results obtained in this study lend additional support to the suggestion that the chief cause of the occurrence of empty seeds is insufficient pollination of female flowers.

When making a comparison among seed crops obtained during different years, it can be established that the empty seed percentage is usually higher in years with a poor crop than in good seed years. This correlation is, however, marked only when comparing relatively poor seed years, whereas no difference is seen in this respect between good and exceedingly good seed years.

Regional differences in the filled seed percentage are relatively small. As far as the northern timber line, crops have been obtained in good seed years with a filled seed percentage exceeding 70. Studies dealing with the amount of male flowering have shown that there is no such steep drop in the male flowering from south to north as in the seed crop.

Yet since maturation of the spruce seed is on an average much less perfect in northern forests than in the South, the final seed quality as well is much poorer in the northern than in the southern forests.

Forest Research Institute of Finland, May 1956.

Risto Sarvas

Literature.

Austin, T. (1951): Skogtrærnes frøsetning 1951. Tidsskr. f. skogbr., 59, s. 394–404.

— (1953): Skogtrærnes frøsetning 1952. Ibid., 61, s. 14–24.

— (1954): Skogtrærnes frøsetning 1953. Ibid., 62, s. 13–25.

— (1955): Skogtrærnes frøsetning 1954. Ibid., 63, s. 27–40.

Blomqvist, A. G. (1883): Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Finska forstför. medd., b. 3, h. 2.

Borg, L. E. T. (1936): Hankikylvöt Tuomarniemen hoitoalueessa vv. 1913–1930. Referat: Die 1913–1930 ausgeführten Schneesaaten im Revier Tuomarniemi. Silva Fennica, 38.

Brantseg, Alfr. (1954): Frøproduksjon og tilvekst hos gran. Tidsskr. f. skogbr., s. 67–72.

Cajander, A. K. (1917): Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. (Foundations of silviculture. II. An outline of Finnish dendrology.) Porvoo.

Danilov, D. N. (1953): The influence of the seed crop on the structure of the annual ring of Norway spruce (Picea excelsa Link) (in russian). Академия Наук СССР. Ботанический журнал, том XXX VIII, 3.

Eide, Erling (1923): Om temperaturmaalinger og frøsætning i Nord-Norges furuskoger 1920. Referat: Über Temperaturmessungen und Samenertrag in den Kiefernwäldern des nördlichen Norwegens in 1920. Medd. fra det Norske skogforsøksvæsen, b. I, h. 3.

— (1926 a): Granskogens foryngelsesforhold i Namdalstraktene. Referat: Über die Verjüngungsverhältnisse der Fichtenwälder Namdals. Medd. fra Det Norske skogforsøksv., b. II, h. 7.

— (1926 b): Skogtrærnes frøsetning 1926. Tidsskr. f. skogbr., 34, s. 598–603.

— (1927 a): Undersøkelse av nordenfjelsk granfrø 1925. Referat: Samenuntersuchungen in den Fichtenwäldern des nördlichen Norwegens in 1925. Medd. fra Det Norske Skogforsøksv., b. II, h. 8.

— (1927 b): Skogtrærnes frøsetning 1927. Tidsskr. f. skogbr., 35, s. 504–505.

— (1928): Skogtrærnes frøsetning 1928. Ibid. 36, s. 538–547.

Eide, (1928–30): Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. Summary: Influence of summer temperature on the seed germination of Norway spruce. Medd. fra Det Norske skogforsøksv., b. III.

— (1929): Skogtrærnes frøsetning 1929. Tidsskr. f. skogbr., 37, s. 475–480.

— (1930): Skogtrærnes frøsetning 1930. Ibid. 38, s. 382–388.

— (1931): Skogtrærnes frøsetning 1931. Ibid. 39, s. 274–281.

— (1932): Skogtrærnes frøsetning 1932. Ibid. 40, s. 374–381.

— (1933): Skogtrærnes frøsetning 1933. Ibid. 41, s. 324–330.

— (1934): Skogtrærnes frøsetning 1934. Ibid. 42, s. 404–411.

— (1935): Skogtrærnes frøsetning 1935. Ibid. 43, s. 317–323.

Hagem, Oscar (1917): Furuens og granens frøsætning i Norge. Medd. fra Vestlandets forstl. forsøksstation, b. 1, h. 2.

Heikinheimo, Olli (1915): Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta forest. Fenn., 4.

— (1932): Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. Comm. Inst. forest. Fenn., 17.

— (1937): Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. Comm. Inst. forest. Fenn., 24.

— (1948): Metsäpuiden siementämiskyvystä, III. Summary: On the seeding capacity of forest trees, III. Comm. Inst. forest. Fenn., 35.

Hesselman, Henrik (1934): Några studier över fröspridningen hos gran och tall och kalhyggets besåning. Referat: Einige Beobachtungen über die Beziehung zwischen der Samenproduktion von Fichte und Kiefer und der Besamung der Kahlhiebe. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., h. 27.

— (1939) Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning. Referat: Weitere Studien über die Beziehung zwischen der Samenproduktion der Kiefer und Fichte und der Besamung der Kahlhiebe. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., h. 31.

Ilvessalo, Yrjö (1942): Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. Comm. Inst. forest. Fenn., 30.

Jurkevitsh, I. D., Lubjako, M. N., Kruglikov, C. C. (1940): The seed crop of pine and spruce in the forests of White-Russia (in russian). Главное управление лесоохраны лесонасажд ений при СНК ССР. Сборник работ по лесному хозяйству, выпуск I, Минск.

Jurkevitsh, I. D. and Lubjako, M. V. (1955): The seed crop of the Norway spruce in mixed forests of pine and spruce (in russian). Академия Наук Белорусской ССР, Сборник научных работ, выпуск VI, Минск.

Kiær, Thv. (1922): Raahumus-studier. Medd. fra Den forstl. Forsøksstation paa Solberg i Løiten, VI.

Kienitz, M. (1881): Beobachtungen über die Zapfenmenge an Kiefern im Winter 1880/81. Zeitschr. f. Forst-u. Jagdw., s. 549–554.

Kujala, Viljo (1927): Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. Comm. Inst. quaest. forest. Finlandiae, 12.

De Martonne, Emm. (1926): Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. La Météorologie.

Messer, Herman (1948): Die Waldsamenernte. Hannover.

Morosow, G. F. (1928): Die Lehre vom Walde (Aus dem russischen übersetzt). Neudamm

Opsahl, W. (1936): Skogtrærnes frøsetning 1936. Tidsskr. f. skogbr., 44, s. 318–328.
— (1937): Skogtrærnes frøsetning 1937. Ibid., 45, s. 362–367.
— (1938): Skogtrærnes frøsetning 1938. Ibid., 46, s. 344–349.
— (1939): Skogtrærnes frøsetning 1939. Ibid., 47, s. 401–408.
— (1940): Skogtrærnes frøsetning 1940. Ibid., 48, s. 343–349.
— (1942): Skogtrærnes frøsetning 1941. Ibid., 50, s. 27–32.
— (1943): Skogtrærnes frøsetning 1942. Ibid., 51, s. 13–23.
— (1944): Skogtrærnes frøsetning 1943. Ibid., 52, s. 13–18.
— (1945): Skogtrærnes frøsetning 1944. Ibid., 53, s. 17–22.
— (1946): Skogtrærnes frøsetning 1945. Ibid., 54, s. 22–29.
— (1947): Skogtrærnes frøsetning 1946. Ibid., 55, s. 25–32.
— (1947): Skogtrærnes frøsetning 1947. Ibid., 55, s. 364–372.
— (1949): Skogtrærnes frøsetning 1948. Ibid., 57, s. 37–46.
— (1949): Skogtrærnes frøsetning 1949. Ibid., 57, s. 353–361.
— (1950): Skogtrærnes frøsetning 1950. Ibid., 58, s. 321–328.

Sarvas, Risto (1944): Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Comm. Inst. forest. Fenn., 33.
— (1950): Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. Comm. Inst. forest. Fenn., 38.
— (1952): On the flowering of birch and the quality of seed crop. Comm. Inst. forest. Fenn., 40.
— (1955): Investigations into the flowering and seed quality of forest trees. Comm. Inst. forest. Fenn., 45.

Siegl, H. (1953): Untersuchungen über den Samenertrag der Fichte im Herbst 1951. Forstw. Centralbl., S. 369–379.

Soboleff, A. N. and Fomitzeff, A. W. (1908): Der Samenertrag der Bestände (orig. Russian with German summary). Die Beilage zum XVIII Bande der Mittheilungen des Kaiserlichen Forstinstitutes zu St.-Petersburg.

Tirén, Lars (1935): Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. Summary: On the fruit setting of spruce, its periodicity and relation to temperature and precipitation. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., h. 28.

Wibeck, Edvard (1920): Det norrländska tallfröets grobarhet. Referat: Über den Zusammenhang der Keimfähigkeit des norrländischen Kiefernsamens und der Sommertemperatur des Einsammlungsortes nebst einiger Nachreifeerscheinungen beim Samen. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., h. 17.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

HANS KRISTIAN SEIP

Målefeil ved bestemmelse av radietilveksten

Errors in Field Measurement of Annual Rings

Innhold.

I. Innledning 561
II. Generelt om målefeil 561
III. Målefeil ved bestemmelse av radietilveksten 563
Summary 568

I. Innledning.

Når en skog takseres, er resultatet alltid beheftet med en viss feil som dels skyldes at det innsamlede materiale ikke er representativt for hele skogen, og dels unøyaktighet ved den enkelte måling og beregningsoperasjon.

Det er viktig å skille mellom *systematiske* og *tilfeldige* feil. Ved vanlig feilberegning av et takstresultat er det bare de tilfeldige feil som kommer i betraktning, og selv disse bare i en viss utstrekning. F. eks. vil den tilfeldige feil på høydemålingen i alminnelighet ikke gi seg utslag på den beregnede middelfeil.

Det er mulig å redusere den tilfeldige feil ved å øke takstmaterialet. Noe kan en også vinne ved å tilstrebe stor nøyaktighet på de enkelte målinger. Systematiske feil er uavhengige av takstmaterialets størrelse, men kan ofte elimineres — eller iallfall reduseres — når en blir klar over dem.

Med målefeil menes det her feil som skyldes observatøren og eventuelt det instrument han bruker.

II. Generelt om målefeil.

Foruten den rent tilfeldige feil som knytter seg til enhver observasjon, inngår i målefeilen to komponenter av mer systematisk natur som skyldes menneskelige svakheter. Disse to komponenter er:

a. En tendens til ubevisst å unngå store utslag i de avleste data.

b. En tendens til å benytte «runde tall».

Disse tendenser gjør seg i større eller mindre grad gjeldende ved alle skjønnsmessige ansettelser. Også når en størrelse måles med en objektiv skala vil de samme tendenser kunne spores.

Når materialet ikke er for lite, og det brukes et rimelig antall klasser i avlesningsskalaen, vil disse to komponenter av feilen som regel være uten innflytelse på det totale middeltall for observasjonene.

For så vidt er de uten systematisk effekt. Blir derimot materialet stratifisert, kan den nevnte tendens til å unngå store utslag, dvs. til å samle observasjonene om det totale middeltall, ha en systematisk effekt på middeltallene i hvert stratum.

Tendensen til å bruke «runde tall» er påvist tidligere (YULE 1927). Ved noen eksempler skal jeg vise hvilken rolle den må antas å spille ved noen taksatoriske målinger. Det er benyttet prøvetrematerialе fra to takster, den ene utført av skogbruksstudentene under sommerøvelsene (takst I), den andre utført av et vel innarbeidet og trenet takstlag (takst II). For hver av de aktuelle målinger er prøvetrærne sortert etter siste siffer i de anførte data. Når det gjelder f. eks. diametermålingen er det således undersøkt hvor mange prøvetrær som er angitt å ha henholdsvis 0, 1, 2—9 som siste siffer. Diameteren er da målt i mm. Høyden er målt i halve meter og 10 årringers bredde i halve mm. For disse observasjoners vedkommende er det vist hvor mange prøvetrær som faller på henholdsvis hele og halve enheter. Materialet er stilt opp i tab. 1.

Det fremgår av eksemplene i tab. 1 at både uøvde (I) og øvde (II) observatører har lettere for å bruke hele enn halve meter i høydeangivelsen. Takstlag I har også unngått å bruke halve millimeter i angivelsen av 10 årringers bredde. For denne observasjon ser det videre ut til at takstlag I har foretrukket angivelser i hele cm (siste siffer = 0), men virkningen er ikke særlig sterk. Samme takstlag synes å ha tendens til å unngå 1 som siste siffer ved diametermålingen. Lignende forhold kan ikke påpekes hos det mer øvede takstlag II.

Tallene som er referert i tab. 1 gir ikke grunnlag for en uttøm-

Tabell 1. Eksempler på tendensen til bruk av «runde tall».
Examples of the tendency to use «rounded numbers».

Siste siffer *Last digit*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	Sum	0,5
Diam.i mm. *Diam.in mm.*		Antall observasjoner *Number of observations*										
I	35	87	76	64	71	85	99	100	56	93	766	–
II	50	43	48	54	56	47	55	51	61	45	510	–
Høyde i m *Height in m.*												
I	46	60	53	45	54	51	35	43	58	52	497	269
II	43	44	38	37	31	28	38	35	28	39	361	147
10 årringers bredde i mm *Width of 10 annual rings in mm.*												
I	72	81	81	65	81	72	63	64	70	99	748	18
II	20	32	24	39	20	28	33	26	33	26	281	229

mende diskusjon om tendensen til bruk av runde tall. Oppgavene for takstlag I kan ikke henføres til en bestemt observatør, og individuelle tendenser kan derfor være utvisket. Diametermålingene er videre som regel beregnet som middeltall av måling i to retninger. Det kan derfor også her forekomme tendenser til bruk av «runde tall» i enkeltobservasjonene uten at det kommer til uttrykk i materialet.

Eksemplene må likevel sies å vise at de «runde tall» ikke spiller noen dominerende rolle for resultatet av disse taksatoriske målingene. I den utstrekning den nevnte tendens finnes, har den neppe noen annen innflytelse enn en viss virkning på den tilfeldige målefeil, men heller ikke denne effekt kan antas å være særlig sterk.

En grundig analyse av disse spørsmål vil teoretisk sett kunne være til støtte når det gjelder å angi de mest rasjonelle skalaintervaller for de forskjellige observasjoner. En slik analyse vil imidlertid vanskeliggjøres av to forhold. For det første vil tendensen til bruk av «runde tall» variere med intervallets størrelse. For det andre er tendensens styrke bundet til den enkelte observatør og vil antagelig også variere med graden av øvelse. En kan derfor vanskelig oppnå generelle resultater. En bedre vurdering av de mest rasjonelle intervaller vil en få på grunnlag av kjennskap til den totale tilfeldige feil på de enkelte observasjoner.

III. Målefeil ved bestemmelse av radietilveksten.

Radietilveksten i brysthøyde måles under skogtaksasjon vanligvis på alle prøvetrær (bartrær) og er den viktigste faktor ved bestemmelse av tilveksten. På den enkelte observasjon må en regne med en viss feil dels fordi radietilveksten ikke er like stor i alle retninger på treet (se f. eks. KEYLWERTH 1954), og dels fordi den prøven som blir tatt ut ikke måles helt riktig. Det første av disse momenter må strengt tatt betraktes som en representasjonsfeil, mens det siste er en målefeil som skal diskuteres nærmere her.

Under Landsskogtakseringens arbeide i Vestfold i 1946 ble det for visse prøvetrær i diameterklassene 10, 20 og 30 cm tatt borprøver helt inn til margen. På disse borprøvene ble først radietilveksten de 10 siste år målt på vanlig måte. Deretter ble de oppbevart for å kunne brukes til aldersbestemmelser. På kontoret ble radietilveksten de siste 10 år målt om igjen ved hjelp av lupe og en vanlig linjal. Selv om heller ikke denne måling kan antas å være helt feilfri, er den utvilsomt langt sikrere enn den måling som ble foretatt i marken.

Ved hjelp av dette materialet er det derfor mulig å diskutere målefeilen ved bestemmelse av radietilveksten under taksasjon.

Gjennomsnittlig radietilvekst for hver av de undersøkte diameterklasser er ifølge Landsskogtakseringens publikasjon:

Diameterkl.	10 cm	20 cm	30 cm
Målt i marken	12,4 mm	18,6 mm	22,3 mm
Målt på kontoret	12,1 »	18,4 »	22,5 »

Noen tydelig tendens til systematisk feilmåling i marken framgår det ikke av disse tallene. Det kan likevel tenkes å forekomme systematiske feil i visse tilfelle, f. eks. for særlig store og særlig små årringbredder. Videre må en regne med en tilfeldig feil som en ikke kjenner størrelsen av.

For å få en oversikt over disse spørsmålene har jeg med tillatelse av landsskogtaksator Vigerust analysert grunnmaterialet nærmere. Feilen (d) på den enkelte måling i marken er definert som differensen mellom 10 årringers bredde målt i marken ($å_m$) og på kontoret ($å_k$).

$$d = å_m - å_k \qquad (1)$$

Materialet fra de forskjellige diameterklassene er slått sammen. For gran er brukt alle observasjoner fra 20 cm- og 30 cm-klassen, ialt 278 prøvetrær. For furu er også tatt med observasjonene fra 10 cm-klassen, ialt 57 prøvetrær. På dette materialet er det beregnet en del statistiske data som er oppstilt i tab. 2, og som skal diskuteres nærmere i det følgende.

I enkelte tilfelle er det betydelig forskjell mellom resultatene av de to målingene på samme borprøve (opp til ca. 20 mm). Disse feilene skyldes sannsynligvis dels kommafeil ved noteringen i marken og dels avlesningsfeil på målestokken. For å få et klarere bilde også av de mindre markante feil har jeg utført to alternative beregninger. I alternativ I er hele materialet tatt med. I alternativ II er de nevnte «grove feil» holdt utenfor. Noe bestemt kriterium på hva som må betraktes som «grove feil» foreligger ikke. Jeg har valgt å sette grensen ved $\bar{d} \pm 3 \cdot S_d$ etter alternativ I.

A. *Den systematiske feil.*

Det framgår av tab. 2 at den gjennomsnittlige differens ($\bar{d}$) er positiv både for gran og furu i begge alternativer. Denne differens kan vises å være statistisk sikker unntagen for gran i alternativ I.

Tabell 2. Feilen ved måling av radietilveksten.
Errors in field measurement of annual rings.

	Alternativ I		Alternativ II	
	Gran	Furu	Gran	Furu
Antall observasjoner (n) *Number of observations* (n)	278	57	268	56
Gjennomsnittlig radietilvekst ($\bar{a}_k$) *Mean width of 10 annual rings* ($\bar{a}_k$)	19,93 mm	13,48 mm	19,51 mm	13,50 mm
Gjennomsnittlig differens ($\bar{d}$) *Mean difference* ($\bar{d}$)	+ 0,029 mm	+ 0,693 mm	+ 0,217 mm	+ 0,536 mm
Total spredning på differensen (S_d) *Standard deviation of the difference* (S_d)	2,73 mm	2,18 mm	1,26 mm	1,84 mm
Differensens middelfeil ($\varepsilon_{\bar{d}}$) *Standard error of the difference* ($\varepsilon_{\bar{d}}$)	0,164 mm	0,289 mm	0,077 mm	0,246 mm
Regresjonskoeffisient (b) *Regression coefficient* (b)	— 0,0547	— 0,0346	— 0,0127	— 0,0320
Korrelasjonskoeffisient (r) *Correlation coefficient* (r)	— 0,241***	— 0,138	— 0,119	— 0,153
Restspredning på differensen (s_d) *Standard deviation of residuals* (s_d)	2,65 mm	2,18 mm	1,25 mm	1,84 mm

Likevel kan en ikke på dette grunnlag med sikkerhet slutte at det er foregått en systematisk overvurdering av den gjennomsnittlige radietilvekst ved målingen i marken. Ifølge EKLUND (1951) må en nemlig regne med at borprøvene krymper en del i oppbevaringstiden. For borprøver med en årringbredde som svarer til gjennomsnittet i dette materialet, vil krympingen utgjøre 2,5—3 % for gran og ca. 3 % for furu når fuktigheten synker fra «rått» til lufttørt. Borprøvene sveller igjen ut praktisk talt til sin opprinnelige størrelse når de legges i vann i 15 minutter. Særlig for gran ser det ut til at svellingen foregår raskt.

De borprøver som Landsskogtakseringen har brukt ved sine kontrollmålinger har vært bløtlagt før målingen ble foretatt. Det er imidlertid ikke sikkert at de har ligget lenge nok i vann til at krympingen er opphevet, og det er derfor mulig at den systematisk positive feil ($\bar{d}$) i tab. 2 skyldes krymping.

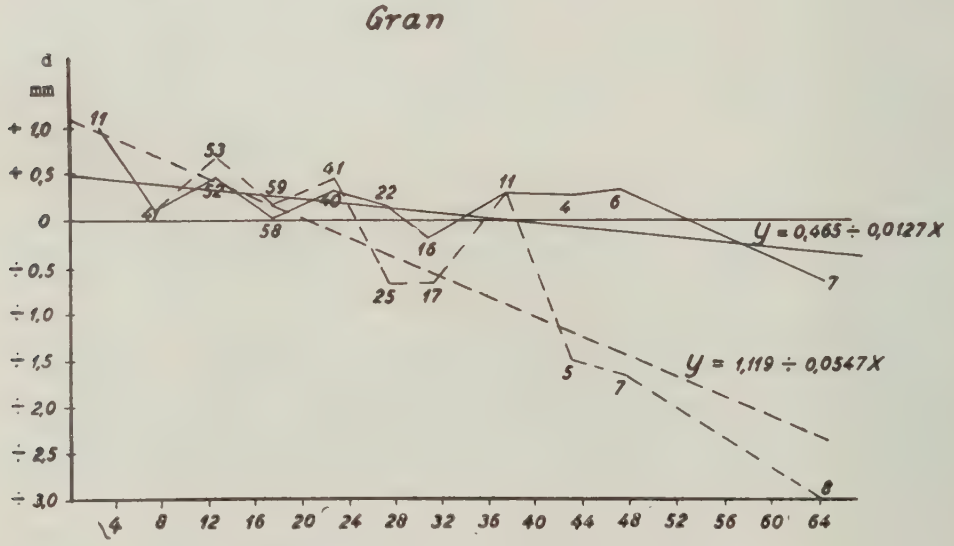
For å bringe på det rene om det knytter seg en systematisk feilvurdering til særlig store eller særlig små årringbredder, er feilen (d) beregnet som en rettlinjet funksjon av radietilveksten:

$$d = a + b \cdot \mathring{a}_k \qquad (2)$$

Regresjonskoeffisienten (b) og korrelasjonskoeffisienten (r) for denne ligning er anført i tab. 2. I alle de utførte beregningene er regresjonskoeffisienten negativ. Dvs. at de minste årringene er overvurdert ved målingen i marken mens de største årringene er undervurdert. Denne tendens er statistisk sikker for gran når hele materialet tas med (alternativ I). Etter at grove feil er tatt ut av materialet (alternativ II) er tendensen ikke lenger så sterk at den kan sies å være sikker. Heller ikke for furu er den negative regresjonskoeffisient signifikant.

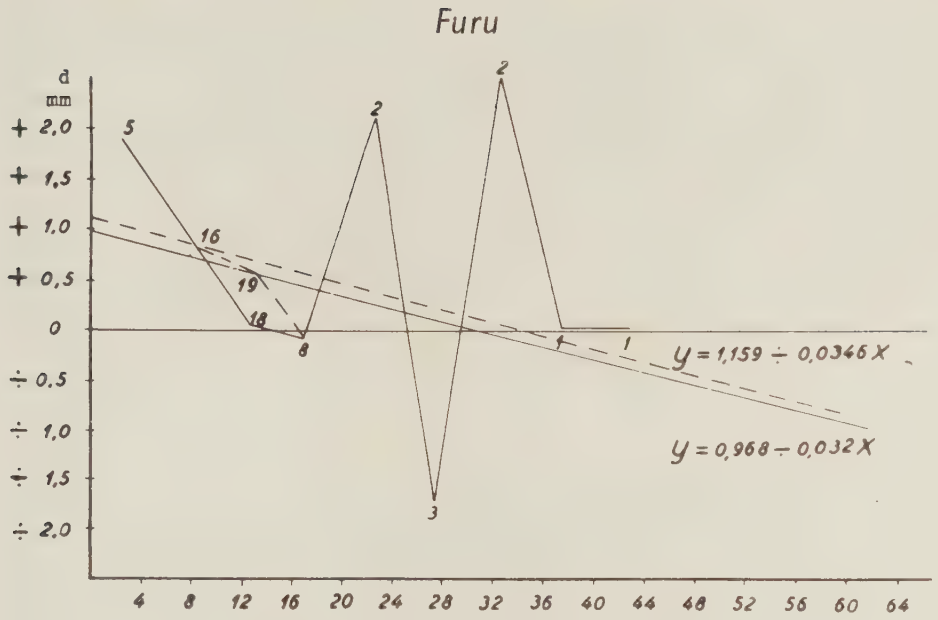
På dette grunnlag synes det rimelig å slutte at det foreligger en tendens til undervurdering av store årringbredder, og at denne tendens særlig er knyttet til det som foran er kalt grove feil. Videre synes det å være en tendens til overvurdering av de minste årringbredder som kan være vanskelig registrerbare uten spesielle hjelpemidler (se fig. 1 og 2).

Med utgangspunkt i den beregning som er foretatt for gran — alternativ I — kan det sies at den gjennomsnittlige radietilvekst for hele materialet synes å være nokså korrekt. For de enkelte boniteter stiller saken seg noe anderledes. Ifølge Landsskogtakseringens publikasjon for Vestfold er den gjennomsnittlige radietilvekst på bonitet 1 betydelig større enn gjennomsnittet i dette materialet (av størrel-



10 årringers bredde *(width of 10 annual rings)* mm.
Med grove feil *Total material* — — — — —
Uten grove feil *Exceptional values rejected* ———— —

Fig. 1. Målefeilens avhengighet av radietilveksten. *Dependence of error of measurement on width of annual rings (spruce).*



10 årringers bredde *(width of 10 annual rings)* mm.
Med grove feil *Total material* — — — — —
Uten grove feil *Exceptional values rejected* ————————

Fig. 2. Målefeilens avhengighet av radietilveksten *Dependence of error of measurement on width of annual rings (pine).*

sesorden 26—28 mm). Radietilveksten er derfor sannsynligvis på denne bonitet ved systematisk målefeil undervurdert med 0,3—0,4 mm eller med 1,0—1,5 %. På bonitet 5 er radietilveksten mindre enn gjennomsnittet (av størrelsesorden 10 mm). Den må her antas å være overvurdert med 0,5—0,6 mm eller 5—6 %.

B *Den tilfeldige feil.*

Målefeilen er i enkelte tilfelle betydelig. Spredningen (middelavviket) er angitt i tab. 2 og er for gran i alternativ I hele 2,73 mm eller 13,7 % av den gjennomsnittlige radietilvekst. Når de grove feil holdes utenfor, er spredningen 1,26 mm eller 6,5 % av radietilveksten. For furu er spredningen prosentisk sett enda større.

For å bringe på det rene om denne spredning i nevneverdig utstrekning kan skyldes den systematiske tendens til feilvurdering av særlig store eller små årringbredder, er restspredningen (s_d) omkring regresjonslinjen beregnet. Det fremgår av tab. 2 at restspredningen er praktisk talt like stor som totalspredningen.

Denne restspredning kan betraktes som den tilfeldige komponent av målefeilen. Selv om denne feilen ikke har særlig stor betydning for nøyaktigheten av tilvekstbestemmelsen ved en vanlig takst, er det grunn til å være oppmerksom på den fordi den lar seg redusere ved større grundighet og bedre tekniske hjelpemidler under målingen.

Hans Kristian Seip.

Litteratur.

Eklund, B. (1951): Undersökningar över krympnings- och svällningsförändringar hos borrspån av tall och gran. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut. Bd. 39.

Keylwerth, R. (1954): Die Genauigkeit quantitativer Zuwachsanalysen. Holz als Roh- und Werkstoff.

Landsskogtakseringen (1946): Taksering av Norges skoger. Vestfold fylke.

Yule, G. U. (1947): On Reading a Scale. Jour. of Roy, Stat. Soc. Vol. XC.

Summary.

In the beginning of the present paper it is pointed out that the errors dealt with in forest mensuration have partly a bias and partly a random component.

It is possible to reduce the random component of the error by increasing the number of measurements, and by aiming at a high degree of accuracy in the individual measurement. The bias component is not dependent on number of measurements; however, it may often be eliminated — or at any rate reduced — when one has become aware of it.

By error of measurement is here understood error due to the observer or to the instrument he employs.

In Chapter II some general features of the error of measurement are discussed. In addition to the random component of the error attached to any observation, the error of measurement consists of two bias components due to the human element. These two components are as follows:

a. A tendency to avoid extremes in the data recorded.

b. A tendency to use «rounded numbers».

In Table 1 are shown some examples of the extent to which (I) an untrained crew, and (II) a trained crew, have made use of rounded numbers. These data afford no basis for a final discusion on the tendency to use «rounded numbers». The data for crew I are not referable to one single observer, and individual tendencies may have disappeared. The diameter measurements are furthermore as a rule computed as the mean value of two different measurements. Thus tendencies to use «rounded numbers» in the individual observations may occur here also without this being apparent in the material.

The examples may nevertheless be said to indicate that the use of «rounded numbers» does not particularly affect the results of these measurements.

Errors in measurements of annual rings have been discussed in Chapter III on the basis of material collected by the National Forest Survey. The width of 10 annual rings has been measured in the field in the ordinary way ($å_m$), after which it has been remeasured with better equipment at the office ($å_k$). The difference between these measurements has been analysed in Table 2. Alternative I includes all observations. In alternative II observations with «exeptional values» have been rejected. Exceptional values are defined as errors exceeding $\bar{d} \pm 3. S_d$ according to alternative I.

The mean difference ($\bar{d}$) is positive for spruce, as well as for pine, in both alternatives. It is significantly different from zero except for spruce in alternative I. However, this may be due to shrinkage in the period between the measurements.

The difference may be expressed as a linear function of the ring width (Formula 2). The regression coefficient is negative in all cases, but the correlation coefficient is significant from zero only for spruce in alternative I. It seems probable, however, that a tendency exists to underestimate the larger ring widths, a tendency especially connected with what above has been termed exceptional values. Similarly an overestimate is apt to occur in connection with the narrowest annual rings, which are difficult to register without special aids. (See Figs. 1 and 2). This may lead to an underestimate of the increment for the best sites, and a corresponding overestimate for the poor sites.

The standard deviation of residuals ($s_{\bar{d}}$) is an expression of the random component of the error of measurement.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

TORGEIR SLÅSTAD

Årringundersøkelser i Gudbrandsdalen

Tree-ring Analyses in Gudbrandsdalen

Innhold.

Innledning 577

Kap. I. *Metodikk.*

1. Innsamling av materiale 577
2. Måling 578
3. Sammenregning av de to prøver fra samme tre 579
4. Videre sammenregning til indekser 580
5. Bruk av logaritmetabell 582

Kap. II. *Det undersøkte materiale av levende trær.*

1. Oversikt 582
2. Øvre Gudbrandsdal 583
3. Midtre Gudbrandsdal 587
4. Nedre Gudbrandsdal 588

Kap. III. *Sammenlikning av materialet fra Gudbrandsdalen med Ordings grunnskalaer og sammenlikninger mellom lokalitetene innbyrdes.*

1. Innledning 589
2. Sammenlikning med Ordings grunnskalaer 590
3. Innbyrdes sammenlikninger i Gudbrandsdalsmaterialet 590

Kap. IV. *Årringer og klima.*

1. Innledning 592
2. Metode for sammenlikning mellom klima og vekst 593
3. Fjellskoggruppene Skjåk 6 og Nord-Fron 3 sammenliknet med temperaturdata 594
4. Skog fra tørre lokaliteter i Skjåk (Skjåk 3 og 4) 598
5. Materialet fra Midtre Gudbrandsdal 601

Kap. V. *Bygningsmateriale og oppstilling av grunnskala.*

1. Innledning 603
2. Gruppe Skjåk 7. Nedrevet hus fra Stamseter 605
3. Grunnskala for fjellområdet 605
4. Gruppe Skjåk 8. Låve på Flekkøy, Nordberg 606
5. Gruppe Skjåk 9. Låve fra Øvre Lykre, Nordberg 606

Sammendrag 608

Litteraturliste 609

Summary 611

Forord.

Innsamling av materiale til dette arbeidet ble gjort somrene 1951 og 1952. Professor dr. O. A. Høeg hjalp meg igang, og han har gitt meg gode råd gjennom hele arbeidet. Gjennom Norges Almenvitenskapelige Forskningsråd har jeg fått penger til reiser, utstyr og arbeidshjelp til tallregning. Et halvt år har jeg hatt permisjon fra skolearbeidet med lønn fra Forskningsrådet.

Materialet er målt med Det Norske Skogforsøksvesens årringmålemaskin med velvillig tillatelse av professor E. Eide og forsøksleder A. Brantseg.

Under arbeidet har jeg fått råd og veiledning av bl. a. forsøksleder T. Ruden og lektorene dr. P. Eidem og H. Damsgård. I Gudbrandsdalen fikk jeg hjelp av forstfolk til å finne egnede lokaliteter; spesielt vil jeg nevne almenningsbestyrer E. Sandbakken i Skjåk.

Professor dr. O. A. Høeg og forsøksleder T. Ruden har vært vennlige å gjennomgå manuskriptet.

Til alle som har hjulpet meg vil jeg få rette min hjerteligste takk, og da især til professor dr. O. A. Høeg. Hans hjelpsomhet har vært enestående.

Kongsberg i august 1955.

Innledning.

Dette arbeidet begynte med at jeg tok fatt på et materiale av borprøver, samlet inn av T. Austin, fra gamle bygninger i Øvre Gudbrandsdal. Materialet var tenkt datert med Ordings grunnskala for Østlandet, en mulighet Ording for så vidt selv antyder (Ording 1941).

Vansker jeg møtte under bearbeidelsen av dette materialet førte til at jeg fant det nødvendig med en nærmere undersøkelse av dateringsmulighetene i Gudbrandsdalen. For å undersøke samsvaret mellom årringvekslingene på ulike lokaliteter, samt samsvaret mellom disse og Ordings grunnskalaer, ble det samlet inn prøver av stående trær fra forskjellige steder i dalen. Sammenlikning mellom indekser innbyrdes sto som det viktigste mål under innsamlingen av materialet. Disse sammenlikningene viste at det også var ønskelig med en særskilt undersøkelse av sammenhengen mellom klimafaktorer og årringvekslinger.

Arbeidet bygger på 23428 målte årringbredder av levende trær og 4322 av bygningstømmer. Det er da ikke mulig å få med alle tallene ved trykkingen, selv om det kunne ha vært ønskelig. Jeg har heller ikke fått med indeksene for alle gruppene, — bare de som er brukt til klimaundersøkelser er tatt med. Alle tallene er oppbevart og er tilgjengelige for eventuelle interesserte.

Beregningene og i hovedtrekkene manuskriptet var ferdig sommeren 1954. Senere er jeg blitt kjent med to avhandlinger (Eklund 1954 og Holmsgaard 1955) som behandler problemer jeg har vært inne på. Henvisninger til disse avhandlingene er satt til der det er mest aktuelt.

Kap. I.
Metodikk.

1) *Innsamling av materiale.*

Alt materiale i denne undersøkelsen er tatt med tilvekstbor. Borprøvene er oppbevart inne i rillene på bølgepapp.

Jeg har tatt to prøver av hvert tre, mest mulig loddrett på hverandre og loddrett på margen, retning ellers vilkårlig.

Selv om en i prinsippet regner med radial uniformitet (GLOCK 1937, ORDING 1941, EKLUND 1942), er det nødvendig med to prøver av hvert tre. Ved sammenlikning av kurvene gir det kontroll av målingene. Særlig ved bygningsmateriale der de tørre, sprø prøvene lett brekker, er det ellers nesten umulig å unngå målefeil.

Ved valg av felter med levende trær søkte jeg hjelp hos lokalkjente skogsfolk. Jeg har stort sett holdt meg til trær egnet til bygningstømmer og valgt felter med rikelig utvalg av slike trær. Fra de fleste felter har jeg tatt prøver av 10 trær, et antall som etter tidligere undersøkelser synes å være tilstrekkelig til å vise årringvariasjonene på en begrenset lokalitet (ORDING 1941, EIDEM 1953).

Av bygningstømmer er det oftest nødvendig å ta prøver av flere enn 10 stokker, da prøvene lett brekker for mye. Ved boring der stokken er minst telgjet får en gjerne en slik boreretning som vist i fig. 1 a. For å hindre at vriarmen på boret tar borti veggen har jeg med hell brukt et skjøtestykke slik som vist i fig. 1 b og c.

2) *Måling.*

Til målingene er brukt en målemaskin som er utarbeidet ved det svenske skogforskningsinstituttet (EKLUND 1949). Borprøvene legges i vann 20—30 min. og renskjæres loddrett på trakeidene, best med en barberkniv som er planslipt på den ene siden.

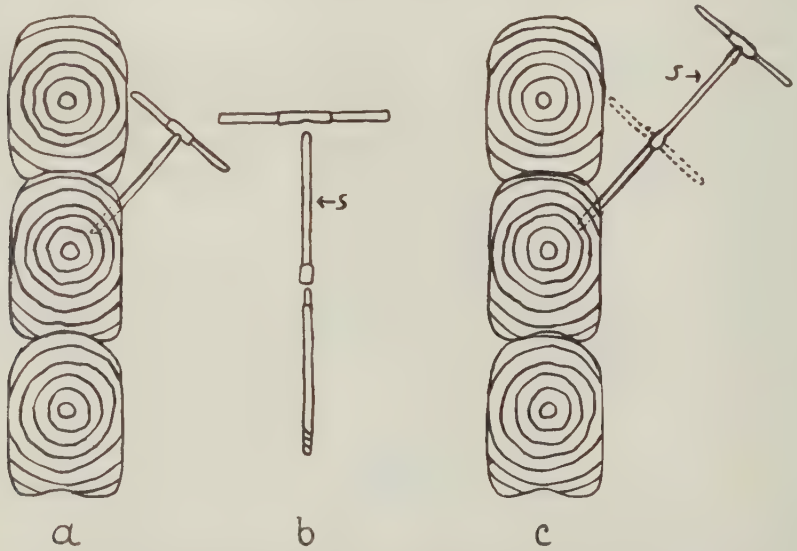


Fig. 1. Boring med skjøtestykke (*s*) i bygningstømmer. *Sampling in timber house. s is connecting joint.*

Utydelige årring-grenser er gjort klarere ved en metode utarbeidet av L. G. Romell og T. Ruden. Den går ut på å stryke hvit oljemaling på den våte snittflaten og så gni godt av. Malingen trenger ned i cellenes hulrom, mens veggene står mørke igjen.

Overensstemmende med tidligere undersøkelser (Näslund 1944) er ca. 2 cm nærmest margen sløyfet.

Målemaskinen angir årringbredden med en nøyaktighet av 0,01 mm. En kontrollmåling av 1500 årringer viste en gjennomsnittlig forskjell på 0.025 mm. En slik målenøyaktighet skulle være fullt tilstrekkelig; tidligere årringmålinger er ofte angitt med en nøyaktighet av 0.05 mm (Ording 1941, Eidem 1953).

Men hvis den gjennomsnittlige årringbredde er svært liten, f. eks. 0.2 mm, blir selv en nøyaktighet på 0.01 mm for liten. Jeg har derfor funnet det riktig å sløyfe serier med mange årringer under 0.2 mm. Dette er særlig påkrevet hvis en under den videre sammenregning velger en fremgangsmåte som bevarer de relative svingninger helt, slik som det er gjort her.

3) *Sammenregning av de to prøver fra samme tre.*

Årringdiagram for hver prøve er tegnet på logaritmisk papir. Eksempel på logaritmisk papir er vist i fig. 3 (Huber 1943, Ruden 1945). Ved å bruke logaritmisk papir får en fram variasjonene for store og små årringer like godt, noe som er en stor fordel ved sammenlikning av diagrammer med forskjellig gjennomsnittlig årringbredde (se Ruden 1945 s. 216).

Målingene er kontrollert ved sammenlikning av de to diagrammer

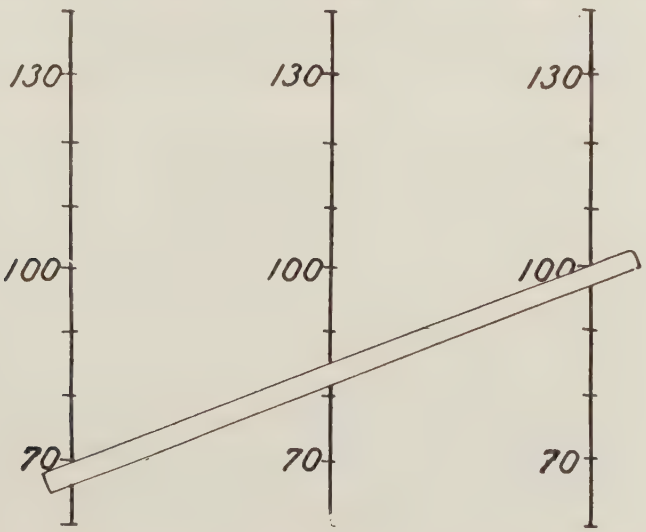


Fig. 2. Nomogram for artimetiske middeltall. *Nomogram for computing arithmetic means.*

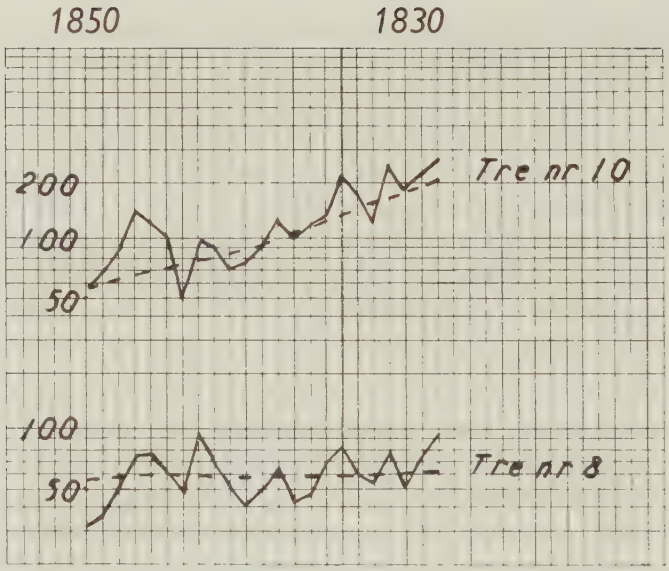


Fig. 3. Utsnitt av årringseriene for to trær, det ene med et stigende gjennomsnitt. Logaritmisk papir. Gruppe Skjåk 6, tre nr. 8 og 10, 1850–1828 (kap. II).
Parts of growth-ring series for two trees, one of them with increasing average. On logarithmic paper. Group Skjåk 6, trees 8 and 10, 1850–1828.

fra samme tre, deretter er regnet aritmetisk middel av de to verdiene fra samme årring. Ved middeltallsregningen ble de to strimlene fra målemaskinen klebet ved siden av hverandre i et spesielt skjema. Ved utregningen hadde jeg stor nytte av det enkle nomogrammet i fig. 2. Linjalen plaseres på de aktuelle verdiene på de to ytre skalaene, aritmetisk middel av de to verdiene avleses på midtre skala.

4) *Videre sammenregning til indekser.*

Spesielt i amerikanske dendrokronologiske arbeider er dateringer foretatt på grunnlag av serier fra utvalgte enkelttrær (Douglass 1928, Glock 1937). Under våre skogforhold har det vist seg sikrere med middelserier fra flere trær (Ording 1941, Eidem 1943). I dette arbeidet er ellers stort sett fulgt de metodene som Ruden angir i sitt arbeid fra 1945.

Istedenfor å standardisere hver serie er det regnet geometrisk middel av de ukorrigerte serier. Ved å bruke geometrisk middel får variasjonene for store og små årringer samme vekt. Derved oppnåes noe av den vesentligste fordelen ved standardisering av seriene enkeltvis og arbeidet er blitt overkommelig. Ved jevnaldret materiale med noenlunde lik årringutvikling skulle derfor metoden være fullt anvendelig.

I noen tilfelle kan seriene se slik ut som i fig. 3; den ene kurven får et stadig stigende gjennomsnitt. Her hjelper ikke standardisering. Siste del av øverste kurve vil fremdeles telle forholdsvis mest. Alderskorreksjon av enkeltkurvene er den metode som oftest

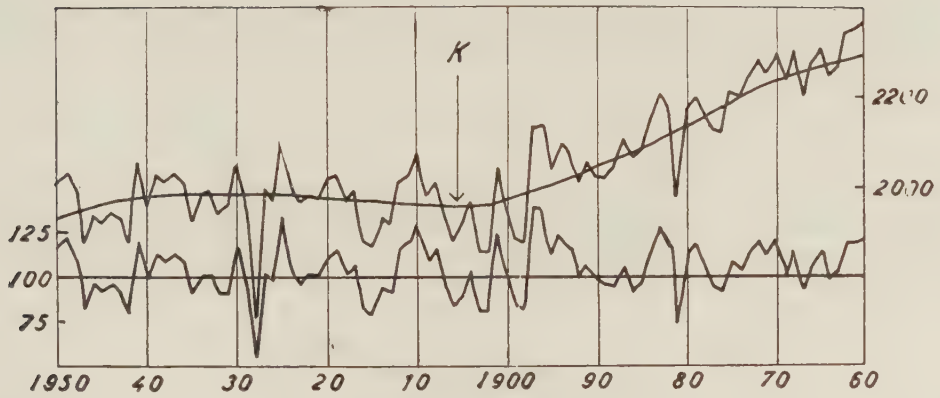


Fig. 4. «Alderskorreksjon» av årringkurve (vekstkurve) ved korreksjonskurve trukket på frihånd. (Gruppe Skjåk 5, kap. II.)

Correction for age effect by means of a freehand smoothing curve. Group Skjåk 5.

er brukt. Ved bruk av geometrisk middel får de årlige vekslinger i siste del av øverste kurve ikke mer vekt enn i første del, men det kommer riktignok inn en annen feil. I det området av kurven der gjennomsnittet øker, vil årlig minking i årringbredde bli redusert og årlig stigning vil bli øket med en størrelse lik den gjennomsnittlige økning. Men oftest er en slik gjennomsnittlig endring av årringbredden av så liten størrelsesorden at heller ikke dette skulle være en alvorlig innvending mot den metoden som er brukt.

De gruppene i materialet som viser aller best samsvar, gruppene Nord-Fron 3, Skjåk 6 og 7 (kap. III og V), er i seg selv et bevis for at sammenregningsmåten gir brukbare resultater, bare betingelsene er til stede, dvs. at det virkelig er samsvar i vekslingene. De nevnte gruppene er de mest uensaldrede i materialet, og enkeltkurvene har delvis nokså ulike vekstforløp, nettopp noe som kunne være en innvending mot metoden.

Ved sammenregningen kan en få inn feil der en av seriene slutter, hvis denne har et annet gjennomsnitt enn de seriene som fortsetter. Jeg har korrigert for dette etter forslag av Ruden (1945).

Kurven for det geometriske middel kalles i det følgende for vekstkurven. Ved hjelp av en frihåndskurve som stort sett følger de store svingninger er middelseriene korrigert for det vesentligste av rent individuelt bestemte vekstvariasjoner (K på fig. 4) (Douglass 1928, Eidem 1943). Derved blir en kvitt «aldersvirkningen» samt det vesentligste av hogstvirkningene og andre tilfeldige endringer i vekstforholdene som ikke har sammenheng med klimaet. Ved denne korreksjonsmåte mister en mye av langtidssvingningene, men disse blir,

selv med de mest arbeidskrevende metoder, for usikkert bestemt til å ha noen verdi for dateringsarbeidet.

5) *Bruk av logaritmetabell.*

Det lønner seg å lage en logaritmetabell der en har de aktuelle verdiene på ett ark.

Det er tilstrekkelig å angi mantissen med to siffer. Jeg begynte med tresifret mantisse og gjennomførte derfor det, selv om det ga merarbeid som ikke var nødvendig.

Kap. II.

Det undersøkte materiale av levende trær.

1) *Oversikt.*

I øvre del av Gudbrandsdalen er furu mest tilgjengelig som byggemateriale, men i nedre del er graninnslaget sterkt, og her må en nok regne med at en del gran er brukt som byggemateriale. Av de 12 gruppene av levende materiale som er behandlet her, er 10 av furu og 2 av gran, de siste fra Nedre Gudbrandsdal. Oversikt over lokalitetene er vist i fig. 5. Høyde over havet er tatt etter rektangelkartet. Indekser er tatt med for de grupper som senere er brukt i klimaundersøkelsene (kap. IV).

Materialet er samlet inn med tanke på sammenlikning av indekser

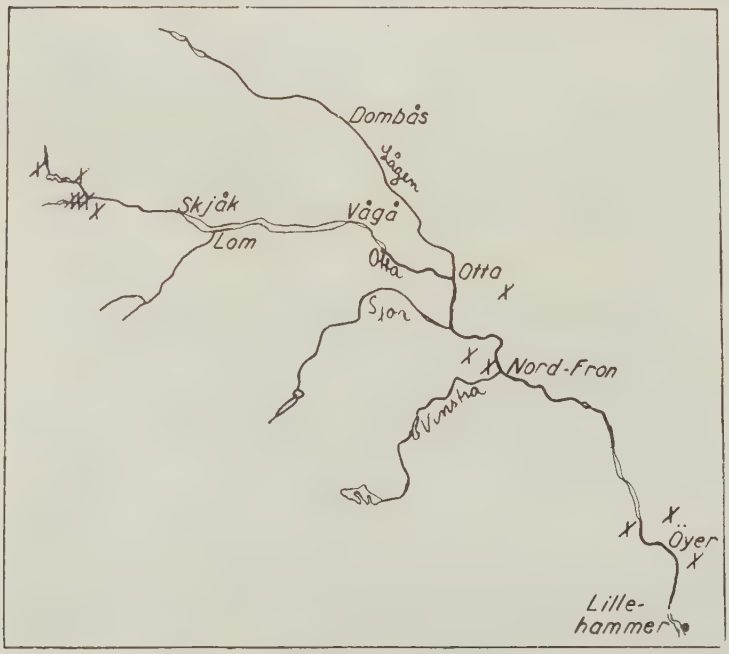


Fig. 5. Oversikt over prøvefeltene.
Map showing position of localities in the valley of Gudbrandsdal.

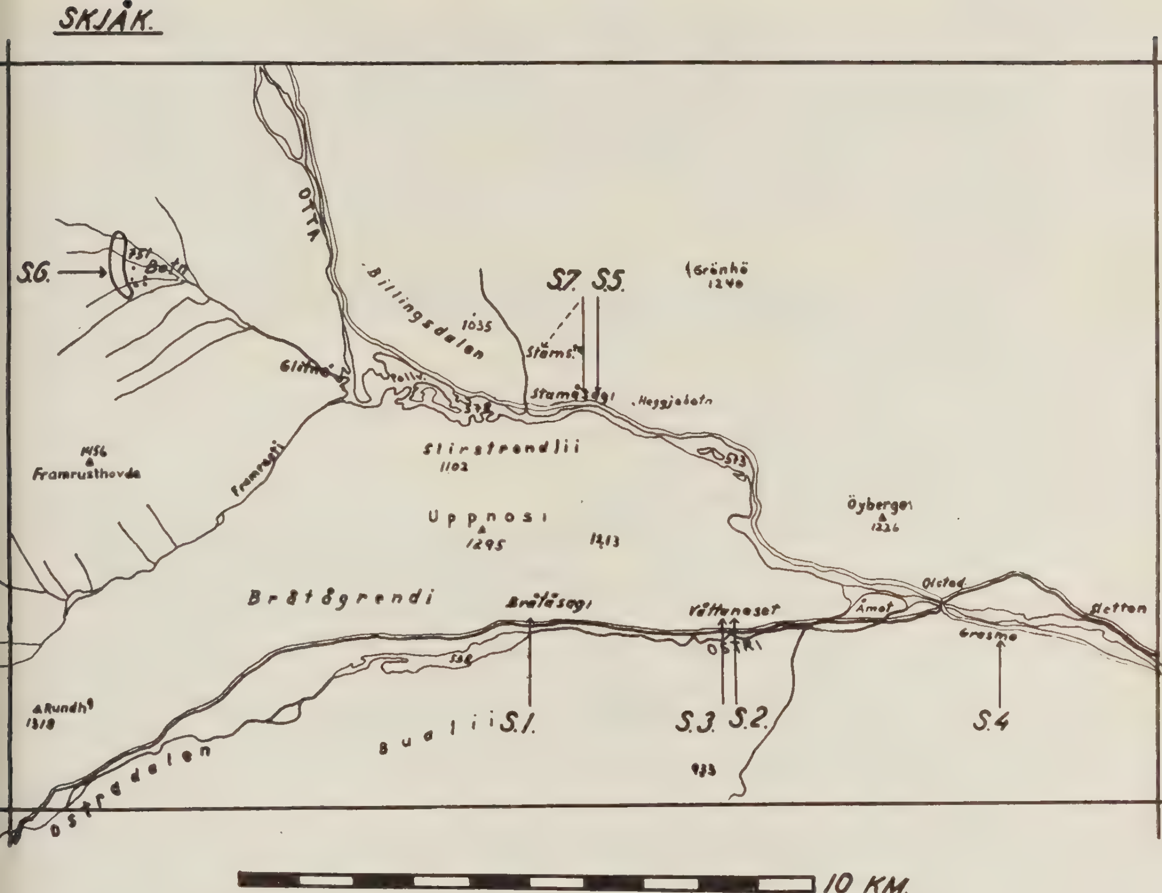


Fig. 6. Kartskisse over Skjåk med de undersøkte lokaliteter. *Map of Skjåk.*

innbyrdes. Etterhvert viste det seg nødvendig også med sammenlikning med klimavekslinger. Det var da ønskelig med en mer eksakt karakterisering av lokalitetene, og dette er forsøkt gjort etter Landsskogtakseringens markvegetasjonsskjema så langt mulig etter feltnotatene, selv om disse ikke var gjort med tanke på en slik inndeling (Landsskogtakseringen, Oppland fylke 1947—50).

2) *Øvre Gudbrandsdal.*

Herredet Skjåk, der prøvene er tatt, består mest av U-formede daler med fjellsider langt over tregrensen. Hoveddalen går øst—vest slik at en får en solside og en skyggeside. Fra dalbunnen til skoggrensen er det en høydeforskjell på ca. 500 m. Liene er jevne og lite innskåret og skogen nokså ensartet. Nederst i dalsidene er det likevel ofte små rygger med retning på tvers av dalen. Høydeforskjellen

fra disse ryggene og til søkkene mellom dem er 5—10 m. Ryggene er svært tørre, nesten uten bunnvegetasjon, vegetasjonstype 7 etter Landsskogtakseringens inndeling. Søkkene ser mye friskere ut og med rikere bunnvegetasjon, vegetasjonstype 3—4 etter samme inndeling.

Det er her tatt prøver fra 6 steder, best mulig fordelt på ulike slags lokaliteter (fig. 6).

Gruppe Skjåk 1. Pinus silvestris.

Kartblad Skjåk, 61° 55′ N, 2° 46′ V Oslo.
H. o. h. 550–570 m.
Tretall 10.
Målt 116 år på yngste, 134 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 2522 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 0,80 mm.

Prøvene tatt i sørhellende skråning med mye grov stein, nesten ur. Skogen frisk, men sparsom bunnvegetasjon med mye strø, vegetasjonstype 7. Vekstkurven viser uregelmessig forløp, hogstvirkninger.

Gruppe Skjåk 2. Pinus silvestris.

Kartblad Skjåk, 61° 55′ N, 2° 42′ V Oslo.
H. o. h. 540–550 m.
Tretall 9.
Målt 63 år på yngste, 85 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 1328 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 1,30 mm.

Prøvene tatt i sørhelling, i et søkk. Skogen frisk, med rik bunnvegetasjon sammenliknet med Skjåk 1, 3 og 4, vegetasjonstype 3—4. Vekstkurven uregelmessig, hogstvirkning.

Gruppe Skjåk 3. Pinus silvestris.

Kartblad Skjåk 61° 55′ N, 2° 42′ V Oslo.
H. o. h. ca. 540 m.
Tretall 10.
Målt 72 år på yngste, 108 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 1662 målte årringer, tabell 1.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 0,84 mm.

Prøvene tatt like ved Skjåk 2, på en flat rygg. Feltet ser helt annerledes ut enn Skjåk 2, trærne var mindre trass i at de var eldre, bunnen nesten uten vegetasjon, mest strø, tørr lokalitet, vegetasjonstype 7. Vekstkurven viser hogstvirkning.

Gruppe Skjåk 4. Pinus silvestris.

Kartblad Skjåk 61° 55′ N, 2° 36′ V Oslo.
H. o. h. ca. 430 m.
Tretall 10.
Målt 60 år på yngste, 70 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 1254 målte årringer, tabell 2.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 0.96 mm.

Prøvene tatt nede i dalbunnen, på flat mark. Feltet liknet på foregående, småvokste trær, strø i bunnen, tørr lokalitet, vegetasjonstype 7.

Gruppe Skjåk 5. Pinus silvestris.

Kartblad Skjåk 61° 57′ N, 2° 44′ V Oslo.
H. o. h. 590–610 m.
Tretall 10.
Målt 83 år på yngste, 125 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 1742 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 1,27 mm.

Prøvene tatt ved Pollvatn, vest for plassen Heggjebotn. Feltet skrånet litt sørover, småkupert med friskt utsende furuskog av tildels store dimensjoner, småfuru innimellom. Bunnvegetasjonen liknet den på Skjåk 2, vegetasjonstype 3–4.

Gruppe Skjåk 6. Pinus silvestris.

Kartblad Skjåk 61° 58′ N, 3° 54′ V Oslo.
H. o. h. 780–840 m.
Tretall 11.
Målt 49 år på yngste, 287 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 3450 målte årringer, utdrag i tabell 3.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 0,9 mm.

Prøvene er tatt mot skoggrensen i østhellingen vest for Botn seter. Grunnen var forholdsvis fuktig med tilløp til små myrer. Bortsett fra like i nærheten av setra hadde skogen aldri vært hogd. Gamle trær lå og råtnet, andre sto mer eller mindre tørre på rot, og innimellom var det nye friske trær. Det var urørt skog, og som vanlig i fjellet sto trærne så spredt at de neppe kunne være særlig bestandspåvirket, og de burde derfor egne seg godt til årringundersøkelser. Det eneste som kan tenkes å endre vekstforholdene vesentlig, er tilfeldig forsumpning ved at en av småbekkene demmes opp, eller drenering ved at en slik demning ryker.

Vekstkurven viser ikke normal aldersvirkning, men holder seg vannrett, og viser tvertimot tendens til stigning mot slutten. Hva

Tabell 1. Gruppe Skjåk 3.

Indekser. Eksponentene angir antall trær som inngår i materialet i de enkelte år.
Indices. The exponents give the number of trees from which the indices are computed each year.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1959–50										117^{10}
1949–40	136	132	104	96	100	111	112	80	104	105
1939–30	124	83	100	64	78	83	90	100	95	117
1929–20	106	96	136	131	127	121	121	122	113	127
1919–10	129	107	102	81	104	84	72	88	93	129
1909–00	113	88	104	99	98	91	98	81	98	112
1899–90	100	107	112	133	97	110	111	108	107	114
1889–80	110	99	116	107	92	99	88	92	85	117
1879–70	108	85^{9}	90^{8}	98	115	101	112^{7}	105	103	112^{6}
1869–60	89	112	114^{5}	156	154	123	124^{4}	147	140^{3}	

Tabell 2. Gruppe Skjåk 4.

Indekser. Eksponentene angir antall trær som inngår i materialet i de enkelte år.
Indices. The exponents give the number of trees from which the indices are computed each year.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1959–50										121^{10}
1949–40	121	111	98	81	121	105	107	77	98	97
1939–30	148	92	139	73	123	91	94	96	97	114
1929–20	108	90	146	118	108	117	100	109	100	99
1919–10	116	121	108	92	102	89	100	101	88	117
1909–00	102	78	96	98	118	106	113	85	89	101
1899–90	110	127	110	166	143	133	112	116	92	128^{9}
1889–80	75^{8}	84	117	124^{7}	105^{6}	99	117^{5}	102	76	114^{4}
1879–70	125^{3}	99								

Tabell 3. Gruppe Skjåk 6.

Indekser fra 1950–1880.
Eksponentene angir antall trær som inngår i materialet i de enkelte år.
Indices 1950–1880.
The exponents give the number of trees from which the indices are computed each year.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1959–50										102^{10}
1949–40	104	94	94	92	97	103	101	77	108	85
1939–30	84	105	113	94	87	125	112	86	88	112
1929–20	81	49	94	103	122	83	80	90	76	91
1919–10	107	97	112	81	91	133	112	119	109	108
1909–00	97	100	88	98	108	101	91	100	119	105
1899–90	102	101	121	108	105	113	98	80	104	95
1889–80	107	87	81	59	90	102	113	109	80	99

som kan være årsaken til dette er ikke godt å si, men samme tendens finnes også i fjellskogen fra Nord-Fron, s. 588. Noe gjør det nok at skogen er forholdsvis gammel, men det kan også være at den nåværende klimaforbedring har virket spesielt sterkt på fjellskogen som er nær sin utbredelsesgrense.

Tabell 4. Gruppe Nord-Fron 1.

Indekser. Eksponentene angir antall trær som inngår i materialet i de enkelte år.
Indices. The exponents give the number of trees from which the indices are computed each year.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1959–50										94^{10}
1949–40	92	75	104	96	99	107	121	124	106	80
1939–30	115	97	114	115	117	85	107	95	76	116
1929–20	130	93	146	116	129	114	88	115	108	93
1919–10	116	103	95	108	93	91	102	129	80	104
1909–00	102	104	109	92	84	80	113	68	77	85
1899–90	75	83	97	117	106	125	102	110	94	127
1889–80	92	113	103	124	149	119	100	101	83	95
1879–70	79	102	89	95	127	130	121	113	112	117^{9}
1869–60	115	82^{8}	105	117	117^{7}	102	84	85	64	113
1859–50	93^{6}	99^{5}	112	105	97^{4}	116^{3}	63			

3) *Midtre Gudbrandsdal.*

Prøvene er tatt i Nord-Fron herred, fordelt på 3 grupper, henholdsvis dalbunnen, skoggrensen og en mellomliggende lokalitet, kalt Nord-Fron 1, 3 og 2.

Liene er ikke så jevne her som i Skjåk, og innslaget av gran er sterkt. Jeg fant likevel å måtte ta med bare furu.

Gruppe Nord-Fron 1. Pinus silvestris.

Kartblad Fron 61° 36′ N, 0° 59′ V Oslo.
H. o. h. ca. 250 m.
Tretall 10.
Målt 80 år på yngste, 107 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 1836 målte årringer, tabell 4.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 0,86 mm.

Feltet ligger på en flat furumo mellom Lågen og Vinstra. Det var tørt, bunnen nesten uten høyere planter, mest strø, vegetasjonstype 7.

Alle trærne hadde et helt unormalt fall i årringbredde fra 1860 til 1861, og dette var merkbart ca. 10 år. Det er mulig at det er storflommen i 1860 (Helland 1913) som har gjort skade, feltet ligger slik at det kan tenkes å ha vært oversvømmet.

Dette sterke fallet, som neppe er klimatisk, har jeg søkt å fjerne fra indeksen ved å gjøre korreksjonskurven diskontinuerlig for årene 1860–61, men tallene fra 1860 til 1870 er trolig likevel lite å stole på.

Gruppe Nord-Fron 2. Pinus silvestris.

Kartblad Vinstra 61° 37′ N, 1° 03′ V Oslo.
H. o. h. 530–550 m.
Tretall 11.

Målt 70 år på yngste, 90 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 1612 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 1,03 mm.

Feltet skrånet svakt nordover, blandingsskog, men furu dominerende, sparsom bunnvegetasjon.

Vekstkurven viser jevn aldersvirkning bortsett fra maksimum omkring 1940 som trolig skyldes hogst. De årlige vekslinger er påfallende små.

Gruppe Nord-Fron 3. Pinus silvestris.

Kartblad Rondvasshøgda 61° 43,5′ N, 0° 58,5′ V Oslo.
H. o. h. 880–930 m.
Tretall 15 (13, sml. nedenfor).
Målt 49 år på yngste, 287 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 3352 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 1,1 mm.

Tretallet var 15, men to prøver manglet svært mye ytterst. Disse er inndatert på resten ved overbevisende okulært samsvar og korrelasjonsberegning. To av trærne var svært unge, så indeksen bygger ikke noe sted på mer enn 13 trær.

Prøvene er tatt i svak helling sør-øst for Klipstadlykkja seter, i skoggrenseskog. Skogen likner den ved Botn seter (Skjåk 6), men det var hogd en del. Trærne sto likevel så spredt at hogst neppe gir noen særlig virkning på nabotrærne.

Vekstkurven viser et nesten vannrett forløp, noe som også var tilfelle for Skjåk 6.

4) *Nedre Gudbrandsdal.*

Prøvene er tatt i Øyer herred. Gruppen Øyer 1 er furu fra dalbunnen, nær Øyer stasjon. Høytliggende furu var det svært vanskelig å finne, herredsskogmesteren kunne anvise meg bare ett felt, og dette fant jeg ikke egnet. Grana er her helt dominerende, og jeg tok derfor også med to grupper av gran.

Gruppe Øyer 1. Pinus silvestris.

Kartblad Øyer 61° 18′ N, 0° 26′ V Oslo.
H. o. h. 240–250 m.
Tretall 11.
Målt 94 år på yngste, 129 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 2238 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 0,76 mm.

Prøvene ble tatt i svak østhelling, vegetasjonstype 7, lavmark.

Gruppe Øyer 2. Picea abies.

Kartblad Øyer 61° 14′ N, 0° 15′ V Oslo.
H. o. h. ca. 500 m.
Tretall 10.
Målt 53 år på yngste, 70 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 1272 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 1,12 mm.

Prøvene tatt i urørt granbestand i sterk sørskråning, vegetasjonstype 1. Vekstkurven viser jevn aldersvirkning.

Gruppe Øyer 3. Picea abies.

Kartblad Øyer 61° 22′ N, 0° 20′ V Oslo.
H. o. h. 900–930 m.
Tretall 9.
Målt 30 år på yngste, 80 år på eldste tre.
Indeks beregnet av 980 målte årringer.
Gj.sn. bredde av de målte årringer 1,43 mm.

Prøvene er tatt på sørsida av Råkefjell. Granene var småvokste og kvistete, påfallende unge, og sto høyere enn skoggrensen på kartet. Vekstkurven viser jevn aldersvirkning, og korreksjonskurven kunne legges som rett linje.

Kap. III.

Sammenlikning av materialet fra Gudbrandsdalen med Ordings grunnskalaer og sammenlikninger mellom lokalitetene innbyrdes.

1) *Innledning.*

Samsvar mellom indekser fra 2 grupper kan sees ved en okulær sammenlikning av kurvene, men for å få et objektivt mål er regnet produkt-momentkorrelasjonskoeffisienter som er det vanlige i europeiske undersøkelser (Ording 1941 s. 127).

Korrelasjonskoeffisienter er regnet både for selve rekkene (r_1) og for deres annen ordens differensrekker (r_2) (Ruden 1945). Ruden angir i samme arbeid følgende krav til koeffisientene for at samsvaret ikke kan være tilfeldig.

For 50 tallpar: r_1 eller $r_2 > 0{,}60$
eller r_1 og $r_2 > 0{,}55$.

Med flere enn 50 tallpar kan kravene senkes noe.

Tabell 5. *Pinus silvestris.*

Koeffisienter for sammenlikning mellom de undersøkte gruppene og ORDINGS grunnskala for Østlandet (Grunnskala VI, ORDING 1941), r_1 gjelder indeksene. r_2 deres annen ordens differensrekker. Årantall 50 (1887–1936).

Correlation-coefficients (r) between pine groups and ORDING's *standard scale for Eastern Norway (Grunnskala VI,* ORDING *1941). r_1 computed of index series themselves, r_2 of their second order differences. 50 years (1887–1936).*

		Skjåk						Nord-Fron			Øyer
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	1
ORDING VI	r_1	0,12	0,00	0,07	0,13	0,29	0,24	0,15	0,43	0,48	0,51
	r_2	0,46	0,48	0,48	0,29	0,46	0,28	0,48	0,55	0,32	0,60

Tabell 6. *Picea abies.*

Koeffisienter for sammenlikning mellom de undersøkte grupper og ORDINGS grunnskala for Østlandet (Grunnskala IV, ORDING 1941). r_1 gjelder indeksene. r_2 deres annen ordens differensrekker. Årantall 45 (1892–1936).

Correlation-coefficients between Norway spruce groups and ORDING's *standard scale for Eastern Norway (Grunnskala IV,* ORDING *1941). r_1 computed of index series themselves, r_2 of their second order differences. 45 years (1892–1936).*

		Øyer 2	Øyer 3
ORDING IV	r_1	0,38	0,20
	r_2	0,66	0,63

2) *Sammenlikning med Ordings grunnskalaer.*

Alle gruppene er sammenliknet med ORDINGS grunnskalaer, tab. 5 og 6. Tidsrommene er 1887—1936, 50 år, for furu, og 1892—1936, 45 år, for gran.

Resultatene (tab. 5 og 6) viser stort sett dårlig samsvar og synes å berettige følgende konklusjon:

Årring-kurver for tømmer fra Gudbrandsdalen kan en ikke datere med Ordings grunnskalaer for Østlandet, med mindre tømmeret er fra nederste del av dalen, og selv her er samsvaret svakt.

3) *Innbyrdes sammenlikninger i Gudbrandsdalsmaterialet.*

På grunn av det dårlige samsvaret med ORDINGS grunnskalaer, ville det være naturlig å prøve med én eller flere grunnskalaer for Gudbrandsdalen. Som en første undersøkelse er det da rimelig å regne korrelasjonskoeffisienter mellom gruppene innbyrdes. Området Skjåk er tatt for seg (tab. 7), så de resterende 4 grupper av furu (tab. 8), og tilslutt grangruppene.

Grangruppene Øyer 2 og Øyer 3 viser ved sammenlikning $r_1 = 0{,}37$ og $r_2 = 0{,}76$. Fjellskoggruppene Skjåk 6 og Nord-Fron 3 er sammenliknet, og korrelasjonskoeffisientene, $r_1 = 0{,}70$ og $r_2 = 0{,}84$, bekrefter det gode okulære samsvar.

Tabell 7. *Pinus silvestris.*

Koeffisienter når Skjåkgruppene sammenliknes innbyrdes. r_1 over r_2. Årantall 50 (1887–1936).

Correlation-coefficients between Skjåk groups. r_1 above r_2. 50 years (1887–1936).

	Skjåk 1				
Skjåk 3	0,60				
	0,61	Skjåk 3			
Skjåk 4	0,37	0,51			
	0,38	0,70	Skjåk 4		
Skjåk 2	0,32	0,12	0,06		
	0,62	0,52	0,16	Skjåk 2	
Skjåk 5	0,49	0,40	0,26	0,56	
	0,50	0,43	÷0,01	0,79	Skjåk 5
Skjåk 6	0,12	0,04	0,04	0,39	0,52
	0,50	0,28	÷0,10	0,69	0,69

Tabell 8. *Pinus silvestris.*

Koeffisienter når gruppene i Midtre og Nedre Gudbrandsdal sammenliknes innbyrdes. r_1 over r_2. Årantall 50 (1887–1936).

Correlation-coefficients between Middle and Lower Gudbrandsdal groups. r_1 above r_2. 50 years (1887–1936).

	N.-Fron 1		
N.-Fron 2	0,30		
	0,72	N.-Fron 2	
N.-Fron 3	0,01	0,33	
	0,23	0,46	N.-Fron 3
Øyer	0,29	0,46	0,11
	0,70	0,67	0,10

Tab. 7 og 8 viser tildels dårlige samsvar, også mellom nærliggende grupper, særlig i Skjåk, eks. Skjåk 2 og Skjåk 3 som ligger mindre enn 100 m fra hverandre.

Tidligere årringundersøkelser fra vårt land har oftest vist en mye bedre overensstemmelse innenfor så begrensede områder. EIDE (1926 s. 91) skriver etter en undersøkelse av 1243 borprøver av gran fra Ringsaker:

«Det kan trygt fastslåes, at der er en sterk variasjon i årringbredden fra år til år, og at denne variasjon går i samme retning i tett og glissen skog, på tørr og fuktig mark.»

Av andre norske årringundersøkelser med tilsvarende resultater kan nevnes ORDING (1941), EIDEM (1953) og STRAND (1951).

For Finnland (EKLUND 1944) og for Sverige (NÄSLUND 1944 og EKLUND 1954), er det også vist god overensstemmelse i årringvekslingene over større områder.

I Gudbrandsdalen ser det ut til at årringvekslingene er sterkt avhengig av lokalitetens art, og resultatene her gjør at en må kunne trekke følgende slutninger:

Det dårlige samsvaret mellom enkelte av gruppene (tab. 7 og 8) svekker mulighetene for datering. En bør kjenne lokaliteten for tømmeret og datere med en grunnskala for tilsvarende lokalitetstype.

Kap. IV.
Årringer og klima.

1) *Innledning.*

Det er mange faktorer som bestemmer vekslingene i årringbredde fra år til år, men de vekslinger som går igjen over større områder har oftest klimatisk årsak. Skandinaviske undersøkelser har vanlig gitt som resultat at høy sommertemperatur sannsynliggjør bred, lav sommertemperatur smal årring. HOLMSGAARD (1945 og 1955) har funnet at i Danmark er nedbøren av stor betydning. Amerikanske undersøkelser viser oftest at det er nedbørvekslinger som er bestemmende der.

Er temperaturen bestemmende, betyr ikke det at nedbøren er uten betydning, men at den er så rikelig at den ikke blir minimumsfaktor. HOLMSGAARD summerer dette slik:

«I tørre og varme Klimater er Nedbøren bestemmende for Aarringsbredden; i fugtige og kolde Klimater er Temperaturen bestemmende. Under mindre udprægede Klimaforhold bliver Sammenhængen mellem Aarringsbredde og Klima af mere kompliceret Natur, idet Jordbundsforholdene og de forskellige Træarters Livskrav saa vil have betydelig Indflydelse.» (HOLMSGAARD 1945 s. 132).

HUSTICH (1948 og 1949) har også en del generelle betraktninger om klimavirkning, og han illustrerer sammenheng mellom vekst og

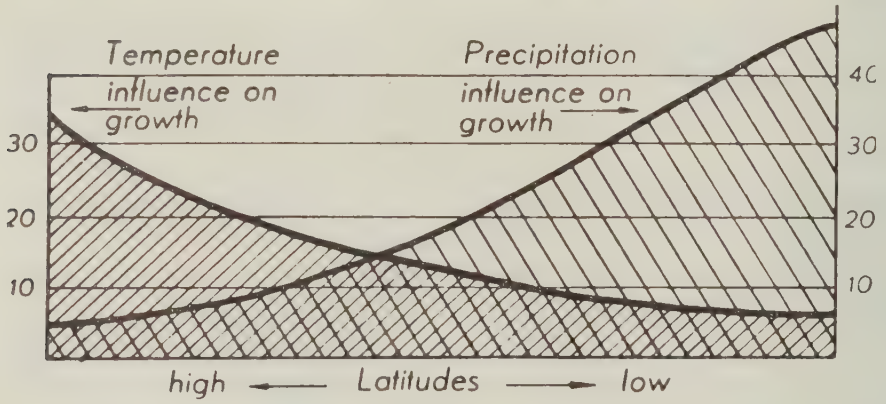


Fig. 7. Skjematisk framstilling av virkningen av temperatur og nedbør i områder av forskjellige klimatyper, til venstre kaldt – fuktig klima, til høyre varmt – tørt (etter HUSTICH 1949 s. 95). *Diagram showing the influence of temperature and rainfall in regions of different climate types, left cold and moist, right warm and dry (after* HUSTICH *1949, p. 95).*

klima i et skjema som gjengis i fig. 7. Han tenker seg et sammenhengende skogbelte fra sør (steppestrøk) til nord (polarstrøk). Mot sør (low latitudes) får en nedbørbestemt skoggrense, mot nord (high latitudes) temperaturbestemt skoggrense. Nå er det ikke bare høy geografisk bredde som gir temperaturbestemt skoggrense, det kan også være høyden over havet. Det er heller ikke den absolutte nedbørmengde som plaserer en lokalitet til steppegrensen, men forholdet temperatur/nedbør. EIDE (1948 s. 8) skriver f. eks.:

«Og selv på de tørre furumoer i Finnmark med bare 3–400 mm årlig nedbør er det minimumsfaktoren varme som dikterer vekslingene i trærnes årringbredde.»

Samme nedbørmengde lenger sør ville flytte lokaliteten over mot høyre på HUSTICHS figur (fig. 7), mot steppegrensen, og nærmere ekvator er steder med slik nedbør ørken.

Vanskeligst blir forholdene for de områder som hører heime midt på HUSTICHS figur. I enkelte somre vil nedbøren være minimumsfaktor, i andre temperaturen. Lokalitetene kan sies å ha et mediært vekstklima. Likevel ville årringvekslingene gå i samme retning hos alle trær om de hadde jevn tilgang på fuktighet. Dette er oftest ikke tilfelle og trærne vil reagere ulikt. Området blir heterogent i sine årringvekslinger, og datering blir vanskelig.

2) *Metode for sammenlikning mellom klima og vekst.*

I det følgende er indekser sammenliknet med klimafaktorer. Som objektivt uttrykk for samsvaret er regnet produkt-momentkorrela-

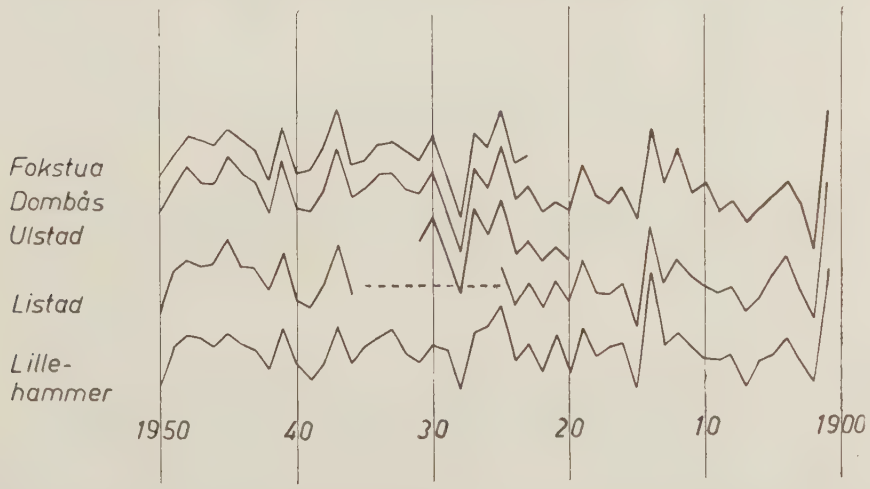


Fig. 8. Sammenlikning av temperaturvekslinger (middel kl. 14 for juli) for stasjonene i Gudbrandsdalen. *Comparison of variations in the temperature at 2 p.m. in July at meteorological stations in Gudbrandsdal.*

sjonskoeffisienter både for selve rekkene (r_1) og for deres annen ordens differensrekker (r_2) slik som ved sammenlikning mellom indekser innbyrdes (kap. III).

3) *Fjellskoggruppene Skjåk 6 og Nord-Fron 3 sammenliknet med temperaturdata.*

Gruppene Skjåk 6 og Nord-Fron 3 viste pent innbyrdes samsvar, det samme gjorde Skjåk 6 og Skjåk 7 (tømmer fra seterhus, kap. V).

Alle disse gruppene er fjellskog, og det var naturlig å søke samsvar med temperaturvekslinger.

Som stasjon valgte jeg Dombås. Riktignok ligger Dombås lavere enn fjellskoggruppene, men fig. 8 viser at temperaturvekslingene er så homogene i hele dalen at dette ikke skulle være noen innvending. Som uttrykk for temperaturen er ofte brukt månedlige døgnmiddel (f. eks. Ording 1941). For strekningsvekst har Mork (1941) funnet at av to døgn med samme middeltemperatur ga et med kald natt og varm dag bedre vekst enn et med jevnere temperatur. Jeg valgte derfor heller å sammenlikne med månedlige middel av temperaturen kl. 14.

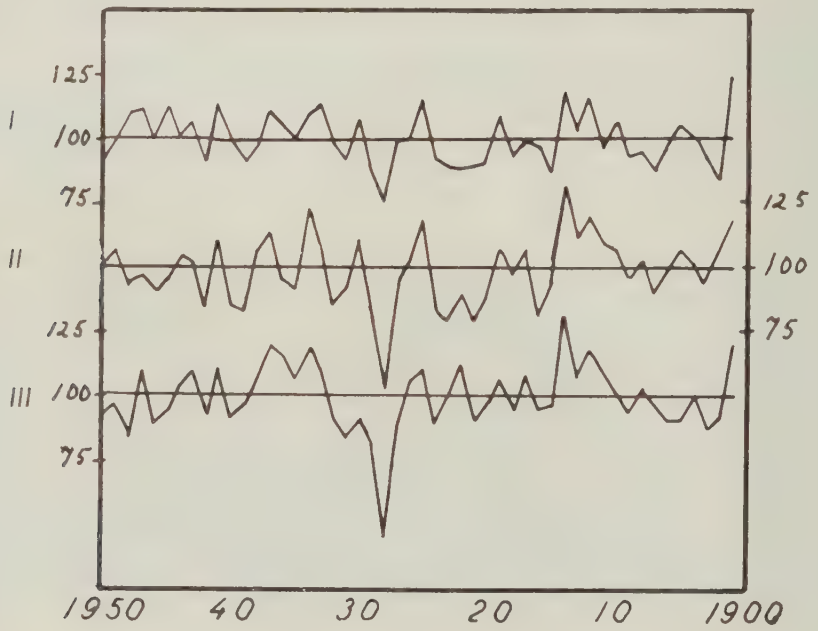


Fig. 9. Sammenlikning mellom temperatur og vekst for fjellskog. I. Temperaturuttrykk (se tab. 9). II. Indekser fra Skjåk 6. III. Indekser fra Nord-Fron 3.

Temperature and growth in mountain forest. I. Temperature values of Table 9. II. Growth-ring indices. Skjåk 6. III. Growth-ring indices. Nord-Fron 3.

De fleste undersøkelser har vist at det er temperaturen i veksttida som er avgjørende, og etter å ha gått gjennom veksttidsangivelser av Romell (1926), Näslund (1935) og Hustich (1948), ble jeg stående ved følgende temperaturdata: Månedlige middel av temperaturen kl. 14 for juni og juli, hvor juli får dobbel vekt i forhold til juni. Verdiene er regnet om til prosent av deres middeltall (tab. 9).

Forsøk med å ta med bare siste halvdel av juni, eller å ta med august, ga ikke bedring av resultatet, og forsøk på å ta bare juli ga dårligere resultat.

Kurver er vist i fig. 9. Fra 1950 og 3–4 år bakover følges kurvene mindre bra. Så viser kurvene ganske bra samsvar bakover til 1934 der begge kurvene for vekst har maksimum året etter temperaturkurven. En slik forsinket virkning er påvist flere ganger før av andre, f. eks. Eide (1926), og forklares ved at en god sommer gir trærne gode betingelser også året etter. Holmsgaard (1955) har funnet at hos de fleste danske treslag har vekstforholdene ett år virkning også neste år. Eklund (1954) har også tatt opp dette spørsmålet, og han påviser særlig hos furu en tydelig sammenheng mellom et års vekst og de foregående år, og har utledet matematisk uttrykk for denne autokorrelasjon.

Året 1922 har et vekstmaksimum som ikke har tydelig sammenheng med temperaturdataene.

Følger en kurvene videre bakover, får en et interessant kurvebilde i årene 1914–15–16 og 1901–02–03. Utsnitt av kurvene fra sistnevnte år gjengis i fig. 10. Sommeren 1901 var svært varm,

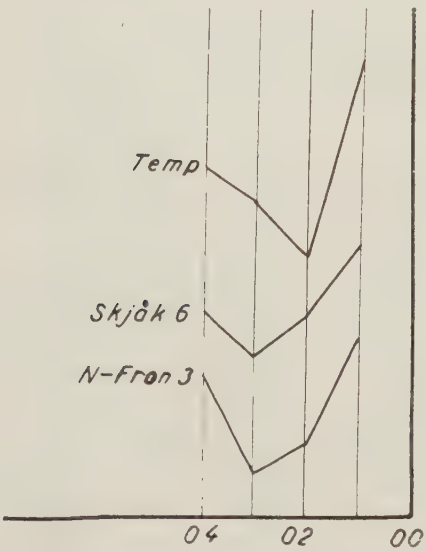


Fig. 10. Utsnitt av fig. 9 for årene 1901–02–03.
Detail of fig. 9 for the years 1901–02–03.

Tabell 9. Utregning av temperaturuttrykk for sammenlikning med indekser. Observasjoner fra Dombås.
Computation of temperature values for comparison with indices. Observations from Dombås.

Tidsrom År	Temp. kl. 14		1 × Juni + 2 × Juli	% av middel
	Juni	Juli		
1950	13,0	15,0	43,0	92
9	13,5	16,9	47,3	101
8	13,6	18,4	50,4	108
7	15,8	17,2	50,2	107
6	12,9	17,1	47,1	101
5	14,7	19,1	52,9	113
4	11,6	17,8	47,2	101
3	14,7	17,1	48,9	105
2	12,2	14,8	41,8	89
1	15,7	18,7	53,1	114
1940	15,3	15,3	45,9	98
9	12,6	15,0	42,6	91
8	11,9	16,5	44,9	96
7	12,9	19,6	52,1	111
6	16,9	16,0	48,9	105
5	14,4	16,6	47,6	102
4	14,9	17,7	50,3	108
3	18,4	17,7	53,8	115
2	13,4	16,5	46,4	99
1	10,9	16,2	43,3	93
1930	15,6	17,9	51,4	110
9	12,2	14,9	42,0	90
8	10,9	11,9	34,7	74
7	10,7	18,2	47,1	101
6	14,4	16,6	47,6	102
5	14,8	19,8	54,4	116
4	12,0	15,7	43,4	93
3	8,6	16,7	42,0	90
2	12,5	14,8	42,1	90
1	11,6	15,5	42,6	91
1920	13,6	14,9	43,4	93
9	13,1	18,4	49,9	107
8	11,9	15,9	43,7	94
7	15,8	15,4	46,6	100
6	12,7	16,6	45,9	98
5	12,2	14,1	40,4	86
4	15,0	20,9	56,8	122
3	14,8	16,9	48,6	104
2	15,2	19,5	54,2	116
1	13,1	16,2	45,5	97
1910	15,3	16,8	48,9	105
9	14,1	14,7	43,5	93
8	13,5	15,5	44,5	95
7	12,6	14,0	40,6	87
6	15,3	15,0	45,3	97
5	16,3	15,9	48,1	103
4	13,3	16,9	47,1	101
3	13,1	15,3	43,7	94
2	14,6	11,9	38,4	82
1901	14,2	22,1	58,4	125
Middel	*13,6*	*16,6*		

1902 svært kald og 1903 varmere enn 1902. Veksten viser fall fra 1901 til 1902, men ikke så sterkt som temperaturfallet. Forsinket virkning som i 1933–34 er trolig årsaken. Veksten i 1903 er mindre enn i 1902 trass i høyere temperatur. Forsinket virkning kan også her spille inn, men trolig er sterk blomstring i 1902 med følgende kongledannelse i 1903 årsaken. HAGEM sier i en undersøkelse over frøår (HAGEM 1917 s. 121):

«Vi nøier os med at fastslaa at furuens rike blomstringsaar, særlig ved dens polare grense, kommer som en sikker følge av et eller flere aar med høi sommervarme.»

Dette bekreftes også av HUSTICH (1948 s. 64). I HAGEMS undersøkelser fra 1870–1914 nevnes 1902 som et av to store blomstringsår i perioden. Kongledannelse i 1903 skulle da kunne forklare den svake tilvekst dette året. Det er rimelig at kongledannelse tar en del av tilveksten. MORK (1942) gjør refleksjoner over dette, og kommer til at virkningene må være ganske sterke. Det samme viser en russisk undersøkelse (se BRANTSEG 1954).

I de nevnte avhandlinger av EKLUND (1954) og HOLMSGAARD (1955) er også dette spørsmålet tatt opp, og begge understreker den store virkning frøår kan ha på årringbredden. HOLMSGAARD har funnet særlig stor virkning på bøk, og EKLUND på gran.

Årene 1914–15–16 har et årringforløp som svarer til det i årene 1901–02–03, men jeg har ikke kunnet finne bekreftelse på rik blomstring i 1915 slik som i 1902. De opplysninger jeg har kunnet finne (Hagems spesialundersøkelser går bare fram til 1914), tyder på at det har vært middels eller liten blomstring i 1915 med påfølgende kongledannelse i 1916 (Tidsskr. for Skogbruk 1916 s. 442).

Som mål for samsvaret med temperaturvekslingene er regnet korrelasjonskoeffisienter for rekkene (r_1) og for deres annen ordens differensrekker (r_2). Det ga $r_1 = 0.70$ og $r_2 = 0.80$, størrelser som gir uttrykk for svært godt samsvar.

Som konklusjon av dette mener jeg en må kunne si:

Vekslingene i årringbredde for fjellskogen følger stort sett vekslingene i sommertemperatur samme år. Forsinket virkning fra forrige år skaper noe forstyrrelse i sammenhengen, likeså frøår.

Indeksene for de to fjellskoggruppene og for en datert gruppe Skjåk 7 (kap. V) er regnet sammen til en grunnskala for fjellområdet (tab. 14). Denne grunnskala gir også holdepunkter for sommertemperaturen utenfor Gudbrandsdalen. I en avhandling «On fluctuations of the summer mean temperature in Sweden» har LILJEQUIST

(1949) stilt opp en del år med «ekstraordinært» og meget kalde og varme somre. Disse viser en tydelig sammenheng med grunnskalaen selv om en del år faller ut av bildet.

4) *Skog fra tørre lokaliteter i Skjåk (Skjåk 3 og 4).*

Gruppene Skjåk 3 og 4 viser dårlig samsvar med Skjåk 6 (tab. 6). Jeg har slått sammen gruppene Skjåk 3 og Skjåk 4. De viser hogstvirkning. Ved å slå dem sammen vil noe av denne utjevnes. Gruppene likner hverandre ellers i utseende, så en slik sammenslåing skulle være berettiget. Gruppene sammen kalles Skjåk 3 + 4.

Skjåk 3 + 4 er sammenliknet med samme temperaturuttrykk (tab. 9) som det fjellskoggruppen Skjåk 6 ble sammenliknet med. Korrelasjonsberegning ga $r_1 = \div 0{,}13$, ingen sammenheng. Trærne sto svært tørt, og det var naturlig å undersøke samsvar med nedbørvekslinger. I fig. 11 er tegnet kurve for indekser fra Skjåk 3 + 4, kurve for sommernedbør (mai, juni, juli), og for årsnedbør (1/9–31/8). Nedbørdata er fra stasjonen Austinn, som ligger ca. 3 km fra gruppe Skjåk 4, de gjengis i tab. 10. Tallene er dels tatt fra «Nedbøren i Norge 1895–1943», dels er de skrevet av ved Meteorologisk institutt.

Indekskurven viser samsvar med nedbørvekslingene, best med årsnedbøren. I enkelte år der denne er liten, kan veksten likevel bli ganske god grunnet stor sommernedbør, f. eks. årene 1944–45,

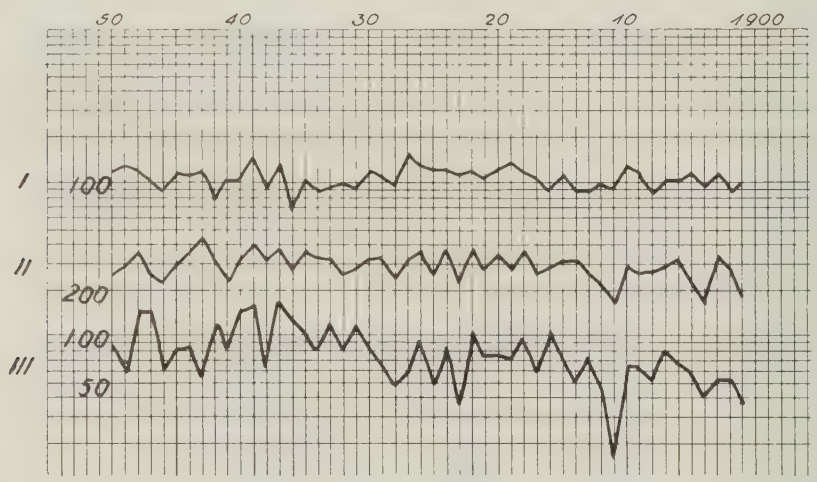


Fig. 11. Sammenlikning mellom nedbør og vekst i Skjåk. (Logaritmisk papir.) I. Indekser for Skjåk 3 + 4. II. Nedbør 1/9–31/8. III. Nedbør 1/5–31/7.

Precipitation and growth in Skjåk, plotted on logarithmic paper. I. Growth-ring indices Skjåk 3 + 4. II. Precipitation Sept. 1–Aug. 31. III. Precipitation May 1–July 31.

eller det kan også være at stor årsnedbør ikke gir fullt utslag grunnet liten sommernedbør, f. eks. årene 1929—30.

Enkelte år skiller seg ut med liten vekst trass i forholdsvis rikelig nedbør, f. eks. 1942 og 1902. Begge disse årene hadde en kald sommer, og trolig har temperaturen vært minimumsfaktor i disse årene.

En må av dette kunne slutte at nedbøren på disse lokalitetene er så liten at den ofte er minimumsfaktor, og at både sommernedbør og vinternedbør har betydning.

Vinternedbøren har for så vidt bøndene lenge prøvd å nytte i jordbruket ved å sette opp snøskjermer på jordene for å samle opp mest mulig snø.

For å undersøke sammenhengen mellom nedbør og vekst nøyere, er det forsøksvis satt opp en del nedbøruttrykk der vinter- og sommernedbør teller på ulike måter. I to av uttrykkene er maitemperaturen medregnet med negativ vekt. Spesielle vekst- og klimaforhold i årene 1926 og 1927 syntes å berettige et slikt forsøk. Ved oppstilling av nedbøruttrykkene er disse dataene brukt:

Nedbøruttrykk 1: Årsnedbør (1/9—31/8).
» 2: Sommernedbør (1/5—1/8).
» 3: Nedb. 1/9—30/4, nedb. 1/5—1/7
» 4: —»— , —»— , mai temp.
» 5: —»— , nedb. 1/5—1/8
» 6: —»— , —»— , mai temp.
» 7: Nedb. 1/9—30/5, nedb. 1/6—1/8.

Nedbørmengdene finnes i tab. 10. Maitemperaturen er observasjon fra Dombås. De enkelte faktorene i nedbøruttrykkene er regnet sammen ved geometriske midler.

Resultatet av sammenlikning med Skjåk 3 + 4 er vist i tab. 11. De bekrefter inntrykket fra kurvene at veksten viser bedre samsvar med årsnedbøren enn med sommernedbøren. Nedbøruttrykkene 3 og 5 viser at en får best samsvar ved ikke å ta med julinedbøren. Maitemperaturen ser ikke ut til å gi utslag slik den er kommet med her. Som konklusjon må en kunne si:

Mens det vanlig ved årringundersøkelser i Nord-Skandinavia ikke er funnet sammenheng mellom nedbørvekslinger og årringvekslinger, er det på tørre lokaliteter i Skjåk en tydelig slik sammenheng. Sammenhengen er ikke entydig, avvikene skyldes oftest kalde somre der temperaturen har vært minimumsfaktor. Bedømt etter Hustichs kurve må lokalitetene høre heime på høyre halvdel (fig. 7).

Når en lokalitet som Skjåk 2 som ligger mindre enn 100 m fra

Tabell 10. Nedbørdata fra Austinn i Skjåk.
Precipitation (mm) at the station Austinn, Skjåk.

	Vinter (1/9–30/4)	Mai	Juni	Juli
1950	144	6	39	40
49	217	25	16	15
48	175	7	77	52
47	134	0	64	72
46	145	1	41	18
45	182	39	25	21
44	189	20	34	35
43	312	21	14	21
42	155	15	43	68
41	107	0	40	35
1940	118	17	12	115
39	182	2	43	124
38	174	6	25	28
37	186	71	28	73
36	110	2	14	103
35	245	1	47	55
34	193	12	19	50
33	156	16	30	69
32	167	9	14	59
31	149	22	16	72
1930	198	3	36	48
29	159	17	26	26
28	169	4	19	25
27	202	7	18	35
26	202	16	54	27
25	171	14	6	26
24	214	13	30	46
23	157	11	9	13
22	194	9	33	63
21	170	40	15	23
1920	185	7	18	50
19	150	4	31	37
18	221	5	65	29
17	152	15	29	15
16	119	6	19	86
15	189	2	15	62
14	246	13	11	28
13	165	14	12	53
12	114	28	20	8
11	135	1	8	7
1910	199	10	17	42
9	128	8	38	22
8	155	5	2	45
7	187	28	49	5
6	148	39	7	24
5	163	13	32	15
4	90	7	6	27
3	225	20	14	18
2	161	3	2	46
1901	112	16	6	12

Tabell 11. Koeffisienter for sammenlikning mellom Skjåk 3 + 4 og de ulike nedbøruttrykk. r_1 over r_2. Årantall 50 (1901–1950).
Correlation-coefficients between indices of Skjåk 3 + 4 and rainfall factors. r_1 above r_2. 50 years (1901–1950).

		Nedbøruttrykk *Rainfall factors*						
		1	2	3	4	5	6	7
Skjåk 3 og 4	r_1	0,39	0,15	0,44	0,50	0,30	0,27	0,24
	r_2	0,51	0,33	0,61	0,62	0,52	0,51	0,38

Skjåk 3, likevel likner mer på fjellskogen (tab. 7), må dette skyldes rikeligere tilgang på fuktighet slik at denne ikke vanlig blir minimumsfaktor. Bunnforhold og beliggenhet i terrenget tyder på det.

Hermed er vist at Skjåk er et heterogent område når det gjelder årringvekslinger, og at årsaken må være ulik tilgang på fuktighet på de ulike lokaliteter.

I Skjåk, med stor høydeforskjell fra skoggrensen til dalbunnen, øker forholdet temperatur/nedbør så sterkt at mens fjellskogen har et fuktig-kaldt vekstklima, finner en i dalbunnen lokaliteter på overgang fra mediært til tørt og varmt vekstklima. Hvor langt nedover dalsidene det fuktig-kalde vekstklimaet rekker, kan en ikke avgjøre uten nærmere undersøkelser.

5) *Materialet fra Midtre Gudbrandsdal.*

I Nord-Fron var det stor forskjell mellom skogen fra dalbunnen og fra fjellet (Nord-Fron 1 og Nord-Fron 3 har $r_1 = 0.01$ og $r_2 = 0.23$).

Fjellskogen her viser svært god overensstemmelse med fjellskogen i Skjåk, og en må derfor uten videre kunne regne med at det er temperaturen i juni—juli som avgjør årringbredden. For dalbunnen er det rimelig å søke samsvar med nedbørvekslingene.

Tilsvarende som for Skjåk har jeg satt opp indekskurver sammen med nedbørkurver i fig. 12. I årsnedbøren er ikke august tatt med.

Jeg har også regnet ut nedbøruttrykk slik som for Skjåk, og de tilsvarende korrelasjonskoeffisienter (tab. 13).

Nedbørdataene er noe mer usikre her enn i Skjåk, de skriver seg fra 3 ulike stasjoner. For årene 1901—1918 er brukt stasjonen Listad i Sør-Fron, årene 1919—1936 Steinfinsbø i Heidal (Heidal I) og 1937—1950 Vinstra (tab. 12).

Steinfinsbø ligger betenkelig langt unna, og denne stasjon har noe mindre gjennomsnittsnedbør enn de andre. Dessuten er ikke nedbørvekslingene så homogene som temperaturdataene, i månedlig ned-

Tabell 12. Nedbørdata for Listad, Sør-Fron (1901–1918), Heidal I (1919–1936) og Vinstra (1937–1950).
Precipitation at stations in Middle Gudbrandsdal.

	Vinter (1/9–30/4)	Mai	Juni	Juli
1950	187	26	86	87
49	184	94	45	51
48	165	35	97	56
47	246	10	56	74
46	176	9	68	49
45	262	41	38	54
44	173	27	101	63
43	245	45	21	39
42	110	24	52	64
41	127	2	51	68
1940	96	31	17	123
39	295	8	94	147
38	150	15	45	69
37	193	45	60	50
36	318	1	49	128
35	264	1	73	58
34	151	7	9	70
33	119	7	46	68
32	112	9	12	110
31	181	35	23	92
1930	215	33	30	82
29	139	9	35	56
28	175	3	22	20
27	220	9	99	72
26	164	58	26	79
25	151	38	14	76
24	203	29	55	104
23	122	30	4	34
22	108	7	51	100
21	123	65	23	24
1920	154	20	31	42
19	200	6	48	63
18	116	10	102	69
17	193	6	67	38
16	158	32	41	92
15	163	1	14	136
14	212	25	9	47
13	195	36	26	64
12	128	42	83	11
11	214	19	31	15
1910	296	27	54	39
9	117	13	41	44
8	183	19	41	140
7	186	61	95	61
6	134	86	14	36
5	93	16	66	45
4	148	33	3	15
3	125	61	61	59
2	181	16	24	103
1901	154	41	53	9

Tabell 13. Koeffisienter for sammenligning Nord-Fron I med de ulike nedbøruttrykk. r_1 over r_2. Årantall 50 (1901–1950).
Correlation-coefficients between indices of Nord-Fron I and rainfall factors. r_1 above r_2. 50 years (1901–1950).

		Nedbøruttrykk *Rainfall factors.*						
		1	2	3	4	5	6	7
Nord-Fron I	r_1	0,25	0,30	0,41	0,46	0,37	0,33	0,39
	r_2	0,49	0,62	0,67	0,63	0,57	0,55	0,57

bør kan det være ganske store ulikheter over mindre avstander. Både fig. 12 og koeffisientene i tab. 13 viser likevel tydelig sammenheng.

Som konklusjon av fig. 12 og tab. 13 må en kunne si:

I Midtre Gudbrandsdal finnes det også lokaliteter der nedbøren er så liten at den ofte er minimums-faktor. Sommernedbøren synes å ha forholdsvis større betydning enn i Skjåk.

Kap. V.
Bygningsmateriale og oppstilling av grunnskala.

1) *Innledning.*

Når byggeåret for gamle hus er ukjent, kan det ofte anslåes tilnærmet av laftemåte, byggeplan, behandling av stokkene og også av tømmerets dimensjoner (Sandvig 1947). Ved årringanalyse kan hogst-

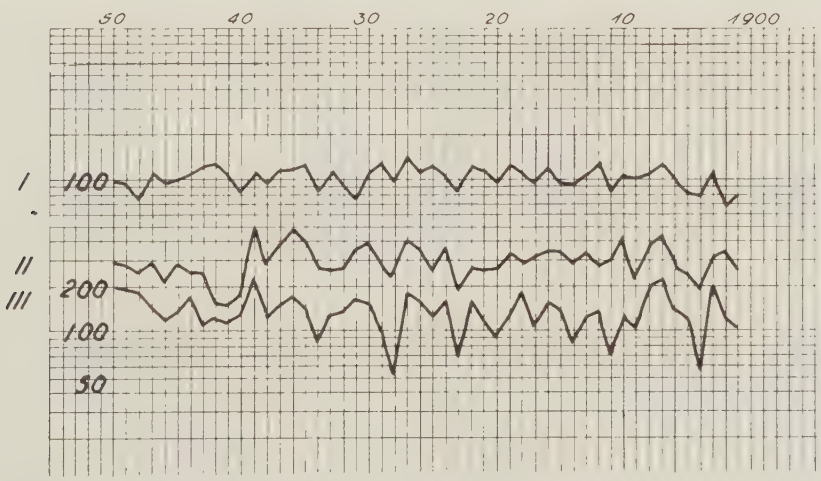
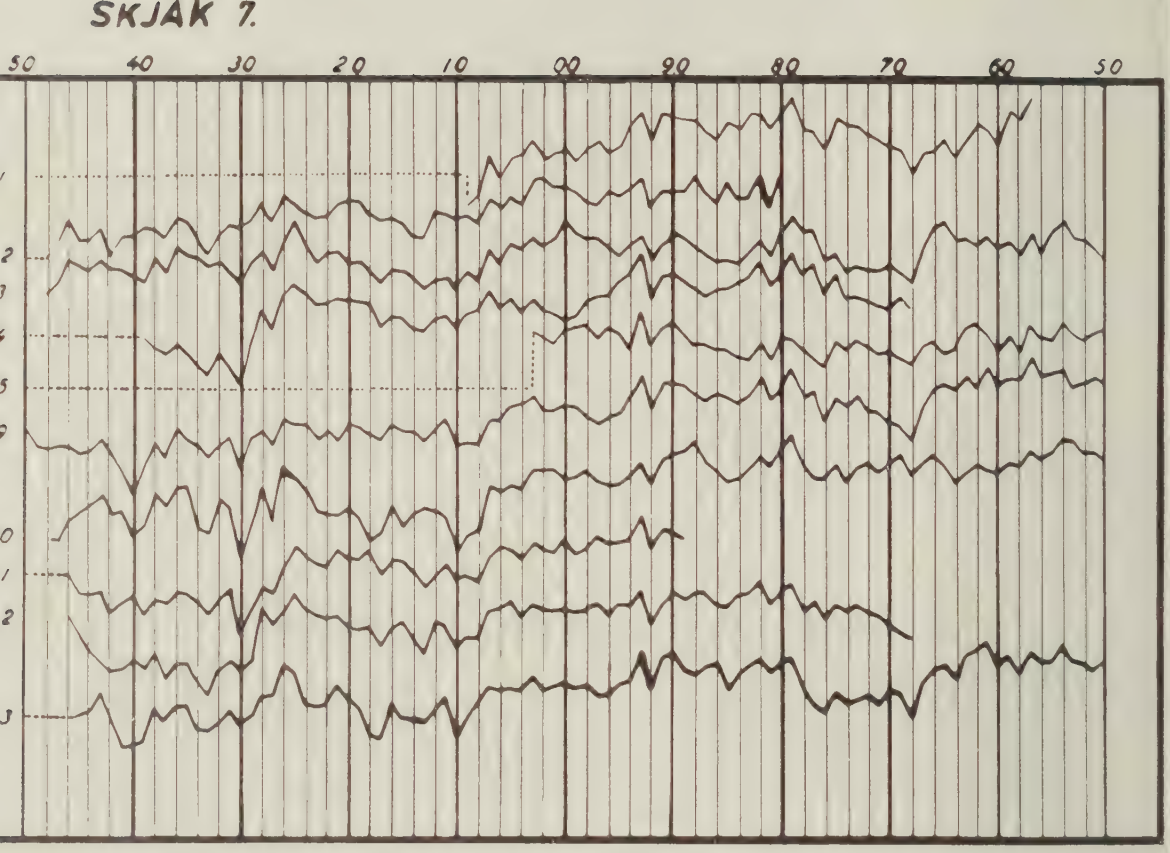


Fig. 12. Sammenlikning mellom nedbør og vekst i Nord-Fron. (Logaritmisk papir.) I. Indekser for Nord-Fron 1. II. Nedbør 1/9–31/7. III. Nedbør 1/5–31/7.
Precipitation and growth in Nord-Fron, plotted an logarithmic paper. I. Growth-ring indices Nord-Fron 1. II. Precipitation Sept. 1–July 31. III. Precipitation May 1–July 31.



g. 13. Relativdatering av stokkene i Skjåk 7. Strekning av kurve betyr at stokkene der har bare en prøve.
Floating chronology of beams Skjåk 7. Dotted parts of the curve are based on only one sample from the beam in question.

året for tommeret bestemmes nøyaktig om trærne har reagert på tilsvarende måte på de klimatiske vekslinger som en kjent grunnskala.

Ofte ble ikke alt tommeret til et hus hogd samtidig. Da garden Bjørnstad ble kjøpt til De Sandvigske Samlinger, lå det lagret tømmer fra 30—40 år tilbake med tanke på bygging. Gammelt materiale kan også ha vært brukt sammen med nytt. Dette ved siden av mulig telgjing av stokkene, kan føre til at det blir ganske store forskyvninger både ved sammenpassing av de to prøver fra samme stokk og ved relativ-dateringen av de ulike stokkene.

Her skal omtales tre grupper bygningsmateriale fra Skjåk. Ikke noe av det er særlig gammelt eller av spesiell interesse, det er samlet av forholdsvis nye bygninger med tanke på å skjøte kurvene bakover for å muliggjøre datering av eldre hus senere.

Av de tre gruppene er to datert.

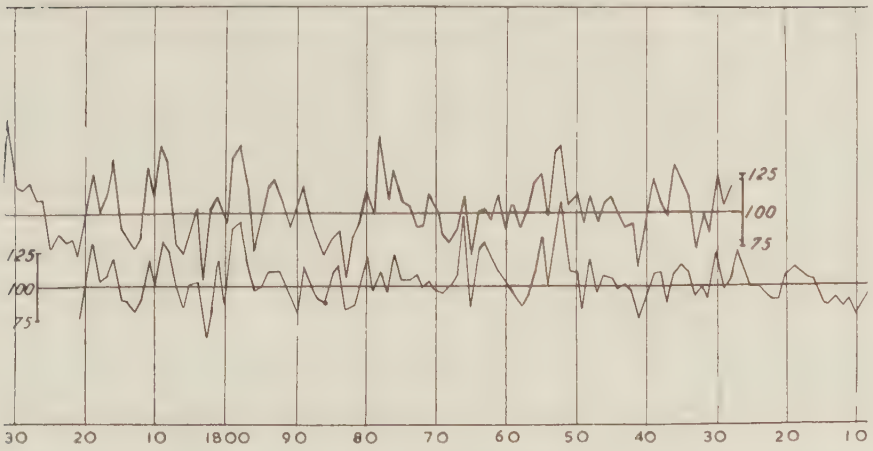


Fig. 14. Utsnitt av kurvene ved datering av Skjåk 7 ved sammenlikning med Skjåk 6. Skjåk 6 øverst.
Part of curve Skjåk 7 (below) compared to Skjåk 6 (above).

2) *Gruppe Skjåk 7. Nedrevet hus fra Stamseter.*

Prøver av 14 stokker, 4 kastet grunnet brudd og smale, utydelige årringer. Indeks beregnet av 1854 målte årringer.

Tømmeret var kjørt ned til vegen Skjåk–Grotli ved Pollvatn. Relativdateringen av de ulike stokkene er vist i figur 13. Indekser er regnet ut, og kurven sammenliknet med Skjåk 6. Kurvene viste pent samsvar når Skjåk 7 begynner i 1821 (fig. 14). Siste årring i 7 av de 10 stokkene skulle være dannet i 1823, 2 i 1821 og 1 i 1819. (Årene 1822–23 er ikke med i indeksene da flere av stokkene har bare en prøve helt ut).

Dateringen ser helt overbevisende ut, og kontroll ved korrelasjonsberegning ga $r_1 = 0.81$, en god bekreftelse på sikker datering. r_2 har jeg ikke funnet det nødvendig å regne ut.

3) *Grunnskala for fjellområdet.*

Det gode samsvar som er funnet mellom gruppene i forrige avsnitt bekrefter uniformiteten i årringvekslingene i fjellområdet. De tre fjellskoggruppene Skjåk 6 og 7 og Nord-Fron 3 er derfor sammenarbeidet til en grunnskala for fjellområdet (tab. 14). Trolig gjelder den storstedelen av det sentrale fjellområdet på Østlandet, og også lokaliteter i dalsidene som er såpass fuktige at årringvekslingene følger fjellskogen.

4) *Gruppe Skjåk 8. Låve på Flekkøy, Nordberg.*

Prøver av 23 stokker. Relativdateringen måtte gis opp, og låven er ikke datert.

Det var en forholdsvis stor låve, og tømmeret kan ha kommet fra ulike lokalitetstyper. Ved siden av mulighet for innblanding av gammelt materiale, er trolig det årsaken til vanskelig relativdatering.

5) *Gruppe Skjåk 9. Låve fra Øvre Lykre, Nordberg.*

Prøver av 14 stokker, 3 kastet grunnet brudd i prøvene. Indeks beregnet av 2468 målte årringer.

Relativdateringen av stokkene gikk lett. Ti av dem gikk ut fra samme år, en stokk var ca. 70 år eldre. Kurven ble sammenliknet med den nevnte grunnskala for fjellskog (s. 605), og best samsvar ble funnet når Skjåk 9 begynner 1792 (fig. 15). Korrelasjonskoeffisientene var $r_1 = 0.67$ og $r_2 = 0.82$, en sikker kontroll på dateringen.

Indeksene for Skjåk 9 (tab. 15) er ikke innarbeidet i grunnskalaen

Tabell 14. Påbegynt grunnskala for fjellområdet i Gudbrandsdalen.
Eksponentene angir antall trær som inngår i grunnskalaen i de enkelte år.
Standard scale for mountain region in Gudbrandsdalen. The exponents give the number of trees from which the indices are computed each year.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1959–50										98^{23}
1949–40	100	88	104	92	96	104	107	83	110	87
1939–30	90	108	117	103	96	122	109	88	85	100
1929–20	80	46	95	105	116	86	88	103^{24}	82	93
1919–10	107	93	110	88	94	135	108	120	107	105
1909–00	94	102	92	94	100	100	88	95	119^{23}	108
1899–90	103^{22}	100	126	108	104	114	103	87	99	97
1889–80	104^{23}	86	90	70	96	112	117	113	82	96^{22}
1879–70	109	84	91	100	114^{23}	96	110	106	103	80
1869–60	81	99	93	105	83	96	105	105	119	107
1859–50	117^{22}	127	100	87	116	113	87	118	77	82
1849–40	74	93	130	115^{20}	98	81	123	102^{19}	73	83
1938–30	94	102	92	95	110	134	111	91	151^{18}	112
1829–20	116^{17}	123^{16}	102	109	84	88	86^{15}	90^{14}	74^{17}	91^{18}
1819–10	130^{19}	101^{20}	108^{19}	121	90	88	82^{17}	91^{18}	125	104
1809–00	135	124	88	73	95	100	61^{17}	91	113	86
1799–90	137	145	119	87	96	111	116^{14}	105	90	90
1789–80	117^{13}	98	88	83	97	104	70	83^{14}	84	117
1779–70	98	108	101	125^{15}	105	104	101	96	105	97
1769–60	90	92	103	137	79	118	123	113	111	98^{14}
1759–50	100	88	97	114	132	99	170	156^{13}	107	110
1749–40	88	115	95	108^{12}	108	99	96	95	71	95^{10}
1739–30	116	110	92	121	119	113	83	105	90	124
1729–20	102^{9}	111	127^{5}	108	100	100	96	92	91	109
1719–10	114	110	106	103	91	87	93	88	92	82
1709–00	90	97	124	118	92	100	125	91^{4}	95	98^{3}
1699–90	97	101	128	83	95	128	124	119	111	100
1689–80	89	61	98							

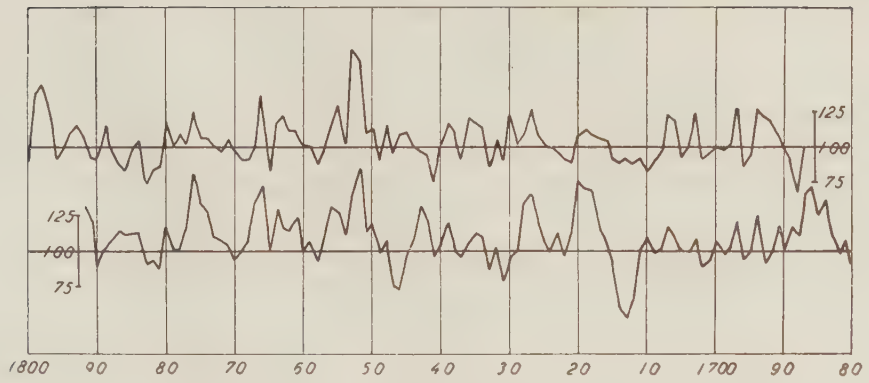


Fig. 15. Utsnitt av kurvene ved datering av Skjåk 9 ved sammenlikning med grunnskala for fjellskog (tab. 9). Grunnskalaen øverst.

Part of curve Skjåk 9 compared to standard scale from mountain forest (Table 9). Standard scale above.

for fjellskog. Lokaliteten er ikke kjent, dessuten har tømmeret i årene 1710—15 et helt unormalt årringforløp. Skulle indeksene for Skjåk 9 brukes i en grunnskala, burde disse årene sløyfes. Det er riktignok betenkelig å sløyfe enkelte observasjoner ved subjektivt utvalg, men en grunnskala skal gi uttrykk for de klimatiske vekslinger. Et tilsvarende fall finnes ikke i de andre gruppene i samme tidsrom; det har derfor neppe klimatisk årsak, og det må være berettiget å sløyfe disse årene.

Tabell 15. Indekser for Skjåk 9.

Eksponentene angir antall trær som inngår i materialet i de enkelte år.

Indices for Skjåk 9.

The exponents give the number of trees from which the indices are computed each year.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1799–90								129^{3}	115^{4}	80
1789–80	98	105^{5}	110^{6}	105	105	105	84	86	80^{7}	112
1779–70	94^{8}	96	110	151	129	123	105	103^{9}	100	86
1769–60	94	103	129	145	92	129	110	110	115	92
1759–50	110^{10}	82	107	126	120	100	138	155	100	112
1749–40	90	102	68	65	90	100	126	115	88	100
1739–30	117	94	92	103	107	105	78	98	73	90
1729–20	94	132	138	115	98	94	107	92	117	145
1719–10	141	138	107	98	78	56	46	60	96^{11}	103
1709–00	92	96	112	105	96	94	105	86	90	103
1699–90	94	96	117	88	94	123	86	96	115	96^{10}
1689–80	112	103	135	141	123	132^{9}	105	92	102	74
1679–70	88^{8}	96	110	126^{7}	96^{6}	98	96	86	94	88
1669–60	96	100^{4}	100^{3}	94	62	88	96	94	90	107
1659–50	86	115	98	115	110	115	98	110	94	94
1649–40	92	92	112	110						

Sammendrag.

Undersøkelsen omfatter 12 grupper av levende materiale, 10 av furu og 2 av gran. Det er 6 grupper fra Skjåk i Øvre Gudbrandsdal (furu), 3 fra Fron i Midtre Gudbrandsdal (furu) og 3 fra Øyer i Nedre Gudbrandsdal (2 av gran og 1 av furu). Videre er behandlet 3 grupper av bygningsmateriale fra Øvre Gudbrandsdal.

Prøvene er tatt med tilbekstbor og målt med Det Norske Skogforsøksvesens årringmålemaskin. Ved utregning av indekser for de enkelte gruppene er stort sett fulgt en arbeidsmåte foreslått av RUDEN (1945). Trærne i hver gruppe er regnet sammen ved geometrisk middel, og gruppen er alderskorrigert under ett.

De enkelte gruppene av levende materiale er sammenliknet med ORDINGS grunnskalaer for Østlandet (ORDING 1941). Korrelasjonskoeffisientene er gjengitt i tabell 5 og 6. Når unntas den nederste del av dalen er samsvaret for dårlig til at en kan bruke ORDINGS grunnskala til datering. Men også for nederste del av dalen er samsvaret svakt.

De seks gruppene fra Skjåk er så sammenliknet innbyrdes (tab. 7). likeså de fire resterende furugruppene (tab. 8), og de to grangruppene (s. 590). Endelig er fjellskoggruppene Skjåk 6 og Nord-Fron 3 sammenliknet og disse viser det beste samsvar i hele materialet (s. 590).

Samsvaret er ellers tildels dårlig, også mellom nærliggende lokaliteter, og dette svekker mulighetene for datering. En bør kjenne lokaliteten for tømmeret og datere med en grunnskala for tilsvarende lokalitetstype.

Fjellskoggruppene er så sammenliknet med temperaturvekslinger (fig. 9). Som uttrykk for temperaturen er brukt månedlige døgnmiddel av temperaturen kl. 14 for juni og juli, og slik at juli får dobbelt vekt i forhold til juni. Korrelasjonsberegning ga $r_1 = 0.70$ og $r_2 = 0.80$ (r_1 gjelder selve rekkene, r_2 deres annen ordens differensrekker). Samsvaret er tydelig, vekslingene i årringbredde følger stort sett vekslingene i sommertemperaturen samme år. Forsinket virkning fra forrige år skaper noe forstyrrelse i sammenhengen, likeså frøår.

To av de andre gruppene i Skjåk (Skjåk 3 og 4) er slått sammen til en. Gruppene viste dårlig samsvar med fjellskogen, og de er sammenliknet med ulike nedbøruttrykk (s. 599 og fig. 11). Korrelasjonskoeffisientene er gjengitt i tab. 11. Disse viser at det i Skjåk er en sammenheng mellom nedbørvekslinger og årringvekslinger på tørre lokaliteter. Både sommer- og vinternedbør har betydning. Sam-

menhengen er ikke entydig, avvikene synes oftest å skyldes kalde somre der temperaturen har vært minimumsfaktor.

Tilsvarende undersøkelse som for Skjåk 3 + 4 er gjort for gruppen Nord-Fron 1 i Midtre Gudbrandsdal (fig. 12 og tab. 13). Dette viser at det også i Midtre Gudbrandsdal er tørre lokaliteter der nedbøren ofte er minimumsfaktor. Sommernedbøren synes å spille forholdsvis større rolle enn i Skjåk.

Tilslutt er behandlet tre grupper av bygningsmateriale fra Skjåk; to er datert (Skjåk 7 og 9). Skjåk 7, som var av fjellskog, er slått sammen med de andre fjellskoggruppene i materialet til en grunnskala for fjellskog (tab. 14).

De fleste tidligere årringanalyser fra Norge, Sverige og Finnland viser tydelig sammenheng mellom sommervarme og årringbredde, og i samsvar med dette er årringvekslingene funnet stort sett å gå i samme retning på ulike lokaliteter innenfor store områder. I Gudbrandsdalen kan derimot samsvaret mellom nærliggende lokaliteter være dårlig. På enkelte lokaliteter følger årringvekslingene nedbøren, mens på nærliggende lokaliteter er årringbredden, som normalt i Nord-Skandinavia, mest avhengig av sommervarmen. Dette gjør datering av gammelt trevirke i Gudbrandsdalen særlig komplisert. Også ellers i landet finnes det områder der en kan vente at vekstklimaet på samme måte som i Gudbrandsdalen varierer sterkt mellom forskjellige lokaliteter. På slike steder er det nødvendig med en nærmere undersøkelse av årringvariasjonene før det blir gjort forsøk på datering.

Torgeir Slåstad

Litteratur.

Brantseg, A. (1954): Frøproduksjon og tilvekst hos gran. — Tidsskr. for skogbruk. 1954 67–71. Oslo.

Douglass, A. E. (1928): Climatic cycles and tree-growth. — Carnegie Inst. Wash. Pub. 289. Vol. II. Washington.

Eide, E. (1926): Om sommervarmens innflydelse på årringbredden. — Medd. Det norske Skogforsøksv. H. 7, 87–104. Oslo.

— (1948): Skogen og klimaet. — I: Skogen og klimaet. Ti foredrag utgitt av Bergens Museum, 5–11. Bergen.

Eidem, P. (1943): Über Schwankungen im Dickenwachstum der Fichte (Picea abies) in Selbu, Norwegen. — Nytt Mag. f. Naturv. Bd. 83, 145–189. Oslo.

Eidem, P. (1953): Om svingninger i tykkelsestilveksten hos gran (Picea abies) og furu (Pinus silvestris) i Trøndelag. — Medd. Det norske Skogforsøksv. Bd. 12, nr. 41, 1–155. Oslo.

Eklund, B. (1942): Studier över årsringsvariationerna å Malingsbo fasta provyta nr. I. — Svenska Skogsvårdsf. Tidskr. Årg. 40, 233–310. Stockholm.

— (1944): Ett försök att numeriskt fastställa klimatets inflytande på tallens och granens radietillväxt vid de båda finska riksskogstaxeringarna. — Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr. 193–226. Stockholm.

— (1949): Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningsmaskiner. — Medd. Stat. Skogsforskningsinst. Bd. 38, nr. 5, 1–77. Stockholm.

— (1954): Årsringsbreddens klimatiskt betingade variation hos tall och gran inom norra Sverige åren 1900–1944. — Medd. Stat. Skogsforskningsinst. Bd. 44, nr.8, 1–150. Stockholm.

Glock, W. S. (1937): Principles and methods of tree-ring analysis. — Carnegie Inst. Wash. Pub. 486. Washington.

Hagem, O. (1917): Furuens og granens frøsetning i Norge. — Medd. Vestlandets forstl. Forsøksst. Bd. 2. Bergen.

Helland, A. (1913): Norges land og folk. Kristians amt. — Kristiania.

Holmsgaard, E. (1945): Aarringsanalyser fra Midt-Jylland. — Dansk Skovfor. Tidskr. Bd. 30, 129–173. København.

— (1955): Årringsanalyser af danske skovtræer. — Det forstl. Forsøgsv. i Danmark. Bd. 22. H. 1, 1–246. København.

Huber, B. (1943): Über die Sicherheit jahrringchronologischer Datierung. — Holz als Roh- und Werkstoff. 6 Jahrg. 263–268. Berlin.

Hustich, I. (1948): The Scotch Pine in northernmost Finland and its dependence on the climate in the last decades. — Acta Bot. Fenn. 42. Helsingfors.

— (1949): On the correlation between growth and the recent climatic fluctuation. — Geogr. Ann. Bd. 31, 90–105. Stockholm.

Landsskogtakseringen (1952): Oppland fylke. Revisjonstaksering 1947–1950. Oslo.

Liljequist, G. H. (1949): On fluctuations of the summer mean temperature in Sweden. — Geogr. Ann. Bd. 31, 159–178. Stockholm.

Mork, E. (1941): Om sambandet mellom temperatur og vekst. — Medd. Det norske Skogforsøksv. Bd. 8, nr. 27, 1–89. Oslo.

— (1942): Trærnes frøsetting. — Skogbrukeren, Bd. 16, 197–198. Oslo.

Nedbøren i Norge 1895–1943 II. Utgitt av Det norske Meteorologiske Institutt. Oslo 1950.

Näslund, M. (1935): Et gallringsförsök i stavagranskog. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. H. 28, 651–739. Stockholm.

— (1944): Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. — Ibid. H. 33, 1–212. Stockholm.

Ording, A. (1941): Årringanalyser på gran og furu. — Medd. Det norske Skogforsøksv. Bd. 7, nr. 25, 101–354. Oslo.

Romell, L. G. (1926): Växttidsundersökingar å tall och gran. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. H. 22, 45–124. Stockholm.

Ruden, T. (1945): En vurdering av anvendte arbeidsmetoder innen trekronologi og årringanalyse. — Medd. Det norske Skogforsøksv. Bd. 9, nr. 32, 181–267. Oslo.

Sandvig, A. (1947): Vår gamle bondebebyggelse. — Lillehammer.

Strand, L. (1951): Undersøkelse angående den innflytelse som kvelstofftapet ved salpeterfabrikasjonen har på granas diametertilvekst. — Medd. Det norske Skogforsøksv. Bd. 11. H. 1, 79–127. Oslo.

Summary.

Tree-ring analyses in Gudbrandsdalen.

Introduction.

The purpose of this work has been to investigate the basis of dendrochronological datings in the valley of Gudbrandsdal. I wanted to study the correlation between growth-ring variations in different localities and to compare the growth-ring curves from the various localities with the standard scale for East Norway established by ORDING (1941). Samples have therefore been collected in various parts of the valley. The comparison of the growth curves has been the main object, but a study of the correlation between the climatic factors and growth variation has also been carried out.

The work is based on the measurement of 23 428 growth-rings in living trees and 4 322 in building material. In the present paper the numerical material has been printed for only those index series that have been used for comparison with climatic factors. All other measurements have been filed and are available on application to the author.

The computations and the drafting of the manuscript were finished in the summer of 1954.

Later on I received two papers (EKLUND 1954 and HOLMSGAARD 1955) dealing with some of the same problems. References to these works have been added in the most relevant places.

Chapter I. Material and methods.

1. Collection of the material.

All the material in this investigation was taken with an increment borer. The cores were preserved in the grooves of corrugated paper.

Though radial uniformity is the general rule (GLOCK 1937, ORDING 1941, EKLUND 1942), two samples were taken from each tree in order to check the measurements. In most of the localities ten trees were sampled. Previous investigations have proved that this number is usually adequate to show the annual variations in a certain locality (ORDING 1941, EIDEM 1953).

In building material the number of trees has to be somewhat larger since some of the samples break so easily that they cannot be used. In building material it is important to take the samples in places where the logs have been whittled least. In standing houses the position of the

sampler is then usually as shown in fig. 1 a, which means that the handle comes so near the wall that it cannot be turned. It has therefore been found useful to lengthen the borer with a connecting joint as shown in fig. 1 b and c.

2. Measurement.

The samples were measured at The Norwegian Institute of Forest Research on an apparatus of the type described by EKLUND (1949). It gives the measurements in hundredths of millimetres.

Before measurement, the samples were softened in water for 20—30 minutes and one side cut plane transversally to the direction of the fibres. Dark samples were easy to measure after brushing white oil paint over the plane side, then rubbing it well off with the finger. The paint sticks in the cell cavities while the walls become dark again. (This method was recommended by RUDEN and ROMELL). The innermost 2 cms. of each sample were not measured.

3. Combination of the samples from the same tree.

Measurements were checked by comparing diagrams of the two samples from each tree, plotted on paper with logarithmic ordinates (see fig. 3), as first suggested by HUBER (1943).

After this check the arithmetic means of the pairs of values for the various years were computed. To find the arithmetic means a simple nomogram as shown in fig. 2 was found very useful.

4. Standardization.

In the further mathematical treatment of the material I have largely followed a method proposed by RUDEN (1945). Instead of computing the arithmetic means of the indices for the various trees in a group, I have used the geometric means, thereby preserving relative changes. RUDEN (1945) has shown that such a method is correct in cases when difference in average ring width is due to difference in age, and HOLMSGAARD (1945) in cases when different edaphic conditions cause difference in the average tree-ring width in wood of uniform age.

5. Correction for the effect of age.

The average tree-ring width usually decreases with increasing age for individual trees, after first having reached a maximum. This age effect can be discounted if each value is calculated in relation to a correction curve.

There are many ways to determine the correction curve. I have not

followed RUDEN's proposal to use a simple regression line (RUDEN 1945). The effects of cutting, which are noticeable in my material, have to be removed together with the age effects. This was done by means of a freehand curve following the main trend of the curve (see K, fig. 4). This is the method first used by DOUGLASS (1928), and afterwards by several others, among them EIDEM (1943). By this method one loses the long-period variations, but preserves perfectly the short fluctuations.

Usually I calculated the geometric means for all the ten trees in each group, and then corrected for the age effect, instead of correcting for each tree separately. The geometric means preserve the relative maxima and minima in spite of differing ringwidth averages for individual trees, and I therefore find this simplified method permissible.

6. *Corrections when series of varying lengths are to be combined.*

As RUDEN (1945) points out, in combination of tree-ring sequences or index sequences, an error may arise where one of the sequences ends. If, for instance, the shorter series has a higher average than that which continues, the curve will show a sharp decrease not caused by climatic factors. It therefore has to be corrected. When making such corrections, I have in the main followed the method suggested by RUDEN (1945).

7. *Logarithmic tables.*

It is worth while to make a logarithmic table with all necessary values on one sheet. A two-decimal mantissa is sufficient. However, I started with a three-decimal one and continued to do so throughout the whole work, although such accuracy was unnecessary.

Chapter II. Material examined from living trees.

Twelve groups of living trees were used, divided up as follows: 6 groups from Skjåk, Upper Gudbrandsdal, 3 groups from Fron, Middle Gudbrandsdal and 3 groups from Öyer, Lower Gudbrandsdal. Of these, two were spruce *(Picea abies),* both from Öyer, and the rest pine *(Pinus silvestris).* For position of the localities, see figs. 5 and 6.

In each area samples were taken from mountain, valley and medium altitudes. The greatest difference in altitude between the localities were 400 m. in Skjåk and 650 m. in Fron and Öyer. In Skjåk samples

were taken for the purpose of comparing dry and moist habitats.

In the Norwegian text the following details are recorded for each locality:

Name and number of the group.
Map sheet number, longitude and latitude (as zero meridian is used the meridian of Oslo)
Altitude above sea level (in metres).
Number of growth rings measured in the youngest and the oldest tree.
Number of growth rings on which the index series are based.
Average width of the tree-rings measured.

Chapter III. Comparison of the Gudbrandsdal index series with Ording's standard scale for East Norway and comparison between the various localities in Gudbrandsdal.

1. Introduction.

The degree of correlation between the indices from two groups can be seen by a comparison of the curves, but to obtain greater exactitude correlation coefficients have been calculated as in most European investigations (ORDING 1941). Occasionally, a discrepancy in the main course of the curves may weaken the coefficient even if there is a convincing agreement in annual variations. Such discrepancies in the main course may be due to nonclimatic factors. It is therefore advisable also to calculate the correlation of second order differences as proposed by RUDEN (1945). In this paper the coefficients for the series themselves are called r_1, those for the second order differences r_2.

RUDEN (1945) gives the following lowest values that can be taken as indicating that the agreement between two series is not due to chance:

For 50 pairs: r_1 or $r_2 > 0{,}60$
or r_1 and $r_2 > 0{,}55$.

With more than 50 pairs the demands may be somewhat lower.

2. Comparison with Ording's standard scale.

All the groups have been compared with ORDING's standard scale for East Norway (ORDING 1941). The comparison is based on 50 years for pine, 45 for spruce. The results are seen in Tables 5 and 6, and seem to prove:

The tree-ring indices for timber from Gudbrandsdalen can not be

cross-dated with Ording's standard scale from East Norway unless originating from the lowest part of the valley, and even then the correlation is weak.

3. Inter-comparison of the Gudbrandsdal material.

The six groups from Skjåk were compared with each other (Table 7), likewise four pine groups from Middle and Lower Gudbrandsdal (Table 8), and the two spruce groups from Öyer, called Öyer 2 and 3. The latter had $r_1 = 0.37$ and $r_2 = 0.76$.

The mountain forest groups, Skjåk 6 and Nord-Fron 3, had $r_1 = 0.70$ and $r_2 = 0.84$, the best correspondence in the whole material.

Skjåk groups 2 and 3 which lie less than 100 m. apart had $r_1 = 0.12$ and $r_2 = 0.52$ (Table 7), while Skjåk 2 was more parallel to Skjåk 5, and Skjåk 3 was more like Skjåk 4. Skjåk 3 and 4 were on dry sites, Skjåk 2 and 5 in moister ones.

From these results the following conclusions can be drawn:

The poor correspondence between members of the groups (tables 7 and 8) weakens the possibilities of cross-dating. To make dating possible, one must know the locality where the timber has been cut and compare with a standard scale from a locality of a similar type.

These results are not in agreement with those found earlier in other areas (see Eide 1926, Eklund 1944, Ording 1941). Even though the material may have been influenced by the cutting of neighbouring trees, the cause is probably to be sought in special climatic conditions in Gudbrandsdalen discussed in the following chapter.

Chapter IV. Tree-rings and climate.

1. Introduction.

Changes in tree-ring widths which are uniform over a large area usually have climatic causes. Many investigations have been made to find out which of the climatic factors are decisive. The results are varied. In some places summer temperature is most important, in others the rainfall, according to whether the areas are cold and moist or warm and dry.

Hustich (1949) has illustrated this in a diagram (reproduced here fig. 7). The most difficult problems arise in connection with areas belonging to the middle part of Hustich's diagram, those of moderate climates. Here individual trees in the same area may react differently according to the moistness of their locality.

2. Methods for comparing climate and growth.

The correlation between growth and climate factors may be evident from a visual comparison of the curves. A more objective expression of the degree of correspondence can be obtained from the calculation of correlation coefficients. Here, as when comparing growth-ring indices, I have calculated the product-moment coefficient of correlation even though the curves to be compared are of different nature.

The indices were compared both with temperature and rainfall factors. In setting up the rainfall expressions I attempted to include both summer and winter. I then had to take into consideration that the precipitation in winter is much higher than in summer, because my aim was to give the annual variations in these two factors the same weight; thus a certain per-cent deviation from the average of summer rainfall should count equally with the same per-cent deviation of winter precipitation. Instead of converting each of the factors to the percentage of their average and then computing the arithmetic means, I have (because it saves labour) computed the geometric means as previously done in the computation of growth-ring indices.

3. Mountain forest groups.

The mountain groups, Skjåk 6 and North Fron 3, showed excellent reciprocal correspondence in spite of the relatively great distance between the groups. Thus it was natural to investigate whether or not temperature was a minimum factor in this case.

Temperature data were available from 5 meteorological stations in Gudbrandsdal. Fig. 8 shows that the temperature changes are rather homogeneous in the whole area. It would therefore not be essential that a station be situated very near the growth place.

I chose observations from Dombås and used the temperature at 2 p.m. Support for this is to be found in Mork's work (1941). I first tried with the July temperature but realized that June also had a certain influence. The August temperature did not seem to be of any importance to the growth. I therefore calculated the temperature value with July counting twice as much as June (Table 9). The diagram for this temperature value, compared with the growth indices for the two tree groups, is shown in fig. 9. The correspondence is clear, but there is discrepancy in a few years. The year 1934 has a growth maximum for both groups although 1933 was a year of temperature maximum. Such a delayed reaction has been evident several times before (see Eide 1926. Eklund 1954).

The growth maximum in 1922 has no correlation to the temperature curve and is difficult to explain.

The years 1914—15—16 and 1901—02—03 gave an interesting picture.

For 1901—02—03, see fig. 10. The summer of 1901 was extremely warm, 1902 very cold and 1903 warmer than 1902. The growth showed a decrease from 1901 to 1902, but it was not so great as the temperature decrease would indicate. The cause is probably an after-effect of the warm summer, like the one in 1933—34. The growth in 1903 was less than in 1902, even though the temperature was higher. A delayed effect was probably also of some influence there, but the main cause was evidently a heavy production of cones. A year of strong flowering usually will succeed a warm summer (HAGEM 1917, HUSTICH 1948). The warm year of 1901 therefore probably gave a strong flowering in 1902 with cone growth in 1903. The flowering in 1902 is confirmed by HAGEM (1917). It is known that the process of cone formation takes up a part of the growth of the tree (MORK 1942, BRANTSEG 1954).

For the years 1914—15—16 I found no confirmation of the flowering and cone growth as in 1901—02—03.

In order to obtain an objective expression concerning the relation between growth and temperature, the correlation coefficient was calculated, giving $r_1 = 0{,}70$ and $r_2 = 0{,}81$, indicating a close connection.

In conclusion one may say:

Changes in tree-ring width for mountain wood to a large degree follow variations in the summer temperature of the same year. Delayed effects from the preceding summer may, however, be of some influence, and that is also the case with years of seeding.

4. Dry localities in Skjåk (Skjåk 3 and 4).

The groups 3 and 4 from Skjåk, which in the following are taken together, show a poor correlation to the mountain locality Skjåk 6 (Table 7). It is reasonable to assume that the temperature changes which definitely affect Skjåk 6 are not influential for Skjåk 3 and 4. The correlation coefficient was only $r_1 = \div 0.13$.

The trees were growing in a very dry place, so an investigation was undertaken to ascertain whether rainfall could have been a minimum factor. First the growth was compared with the precipitation for the year and that for May—July (fig. 11). The connection on the whole is clear; the precipitation for the year shows a higher correlation with the growth than does the precipitation for May—July.

A few years, however, like 1902 and 1942, show poor agreement with the rainfall. Both these summers were cold and the temperature was probably the minimum factor.

In order to investigate more closely the relation between the rainfall and growth, rainfall factors were calculated from the following meteorological data:

1. Annual rainfall Sept. 1—August 31.
2. Summer rainfall May 1—July 31.
3. Winter rainfall September 1—April 30, summer rainfall May 1—June 30.
4. As 3. May temperature.
5. Winter rainfall September 1—April 30, summer rainfall May 1—July 31.
6. As 5. May temperature.
7. Winter rainfall Sept. 1—May 31, summer rainfall June 1—July 31.

The May temperature data originate from Dombås, the rainfall data (Table 10) from the Austinn station which is situated 3 to 4 kms. from Skjåk 4. Particular growth and climate conditions in 1926 and 1927 suggested that also the May temperature might be included, with a negative sign. A warm month of May may dry up much of the winter precipitation before growth can take place, and the importance of winter precipitation can be seen in Fig. 11. However, the calculations did not prove that there is any connection between the May temperature, as computed here, and the tree growth.

The conclusion is:

There is a connection between rainfall and tree-ring widths in the more arid localities in Skjåk, but not in all years. Exceptions are mostly due to a cold summer when temperature has been the minimum factor.

The locality Skjåk 2 is very near to Skjåk 3, but its growth series has a greater resemblance to those of the mountain forests. In all likelihood it has a better access to moisture due to the melted snow coming from the mountain sides above. This water may be accessible to Skjåk 2, which lies in a hollow, while it probably runs too deep in the ground for Skjåk 3, which stands on a little ridge. There is also a strong possibility that more snow would lie in the hollow than on the ridge.

Skjåk, therefore, is a heterogeneous area with regard to tree-rings, due to different access to moisture in the various localities.

In earlier investigations, tree-ring variations have usually been found to be similar in rather wide areas. In Skjåk, with its little

rainfall and a great difference in altitude from the tree line to the bottom of the valley, the relative importance of the temperature and precipitation varies. The mountain areas have a cold and moist growth climate, while some of the localities in the bottom of the valley are rather of a warm and dry type.

5. Material from Middle Gudbrandsdal.

Also here there was a large difference between the groups from the valley (North Fron 1) and the mountains (North Fron 3, see Table 8). Investigations corresponding to those for Skjåk 3 and 4 were carried out for North Fron 1. The results are largely the same, but the summer precipitation seems to have greater influence (fig. 12 and Table 13).

Chapter V.
Building timber, and standard scale for the mountain region.

The study of building timber is connected with special difficulties. Often the beams are whittled, making it more difficult to fit together two samples from the same beam, especially on bore samples which generally can not be measured from the pith. It is also difficult to fit together timber from the same house, because in many cases trees have not been felled at the same time. On farms, timber was usually felled in spare moments between seasons, and stored for future building purposes. An extra difficulty arises with buildings in which some old material has been used, or in which new beams have been put in for repairs.

Two buildings from Skjåk have been dated here, not because they are particularly old or interesting, but in order to extend the curve with a view to future dating.

Group Skjåk 7. A dismantled *seter* house from Stamseter, north of Pollvatn. (A *seter* in Norway is a small farm house situated near the mountain pastures and used only in summer.) Samples were taken of 14 beams, 4 samples were discarded on account of breaking, or of narrow, indistinct growth rings. The indices are based on 1854 measured growth rings.

The relative dating of the beams is shown in fig. 13. The index series was compared with Skjåk 6, fig. 14. There is a good correspondence for the year 1821 and previous years. The correlation coefficient r_1 was found to be 0,81.

The good correlation between Skjåk 7 and 6 confirms the uniformity of the tree-ring variations in the mountain region. The indices from Skjåk 6 and 7 and North Fron 3 therefore have been grouped together in a standard scale for the mountain region (Table 14).

Group Skjåk 9. Barn on the farm Övre Lykre, Nordberg in Skjåk.

Samples from 14 beams, 3 samples broken and discarded. The indices are based on 2468 measured growth rings. The comparison and the relative dating were easy to carry out, 10 beams were from the same year, and one was about 70 years older.

The comparison with the above mentioned standard scale showed the best correlation when the Skjåk 9 series was presumed to begin in 1792 (fig. 15). The correspondence was not so good as that for Skjåk 7 (fig. 14), but the correlation gave $r_1 = 0{,}67$ and $r_2 = 0{,}82$ (50 years), proving that the dating is beyond doubt.

Attempts were made to date other groups of building material as well, but with no result, probably due to the particular growth and climate conditions which have been mentioned above. In order to obtain a reasonably certain dating in Gudbrandsdal it is necessary that the timber to be dated and the standard scale should be from approximately the same type of locality.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

LARS STRAND

Virkningen av flatestørrelsen på nøyaktigheten ved prøveflatetakster

The effect of the plot size on the accuracy of forest surveys.

1. Innledning.

Prøveflatetakster får stadig større anvendelse. En av grunnene til dette er sikkert at en ofte kan få like stor nøyaktighet ved en prøveflatetakst som ved en linjetakst, med oppklaving av et meget mindre areal. Det vil derfor være økonomisk fordelaktig å bruke denne takstmetoden.

Flatestørrelsen er av betydning fordi den til en viss grad bestemmer takstens effektivitet — når vi med effektivitet forstår feilen sett i relasjon til omkostningene.

Det foreligger lite norsk materiale som kan belyse dette forholdet i nevneverdig grad. Diskusjonen må derfor for en stor del dreie seg om prinsipielle synspunkter.

2. Variasjonskomponenter.

Ved en takst vil en som regel søke å bestemme flere ting. Hovedinteressen knytter seg vanligvis til arealfordeling, kubikkmasse og tilvekst. Men i mange tilfelle er en også interessert i å få rede på dimensjonsfordeling, treantall og annet. Det vil da ikke være mulig å finne *en* optimal flatestørrelse, fordi den optimale flatestørrelsen er noe forskjellig for de forskjellige egenskapene. Det er imidlertid grunn til å tro at det ikke er så store forskjeller mellom egenskapene i så måte. Den optimale flatestørrelsen for bestemmelse av treantall vil f. eks. ligge i nærheten av den optimale flatestørrelsen for bestemmelse av kubikkmassen.

Innen det området som takseres vil det være en viss variasjon fra sted til sted. Særlig fremtredende er variasjonene fra bestand til bestand, enkelte bestand har f. eks. stor kubikkmasse, mens andre har liten. Det er også en viss variasjon innen hvert bestand. Dette skyldes mindre bonitetsvariasjoner, variasjoner i tetthet o. lign. En kunne derfor tenke seg variasjonen sammensatt av to komponenter: 1) variasjon mellom bestand, og 2) variasjon innen bestand.

Ved mange takster behandler en ikke de enkelte bestand for seg, men en samler likeartete bestand i bestemte grupper (strata). En vanlig inndeling er på grunnlag av bonitet og hogstklasse. Når det er tilfelle, er det hensiktsmessig å tenke seg variasjonen oppdelt på en annen måte enn «mellom bestand» og «innen bestand». Variasjonen spaltes i to komponenter: 1) Variasjon mellom grupper (strata) og 2) variasjon innen grupper (strata).

Hvis en foretar en takst med en bestemt flatestørrelse, vil en alltid få en viss variasjon mellom de flatene som faller i samme stratum. Øker flatestørrelsen, vil variasjonen bli noe mindre. Avgjørende for hvor sterkt den avtar, er de «lokale variasjonene». Ved diskusjon av hvilken virkning flatestørrelsen har på variasjonen (og dermed på feilen) er det derfor hensiktsmessig å tenke seg variasjonen innen strata spaltet videre i to komponenter: A) Variasjon over større avstander og B) lokale variasjoner.

Variasjonen over større avstander innen et stratum, kan beskrives ved variasjonen mellom store flater på f. eks. 1000 m², mens den lokale variasjonen kan tenkes beskrevet ved variasjonen mellom små flater som utlegges innen de store flatene.

Som uttrykk for variasjonen brukes variansen. Totalvariansen for flater av størrelse A m² kan da uttrykkes:

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_{3(A)}^2$$

hvor σ^2 er totalvariansen, σ_1^2 er variansen mellom strata, σ_2^2 er variansen innen strata for flater på 1000 m², og $\sigma_{3(A)}^2$ er variansen mellom flater av størrelse A m² innen flater på 1000 m².

Grunnen til at det er hensiktsmessig å spalte opp variasjonen på denne måten, er at *feilen* på taksten (ved tilfeldig utlegging av flatene) er avhengig av

$$\sigma_2^2 + \sigma_{3(A)}^2 \tag{1}$$

mens varierende flatestørrelse bare innvirker på $\sigma_{3(A)}^2$.

Med den flatestørrelsen som vanligvis brukes ved prøveflatetakster i Norge (78,5 til 200 m²) er variasjonen meget stor. For 64 flater som ble plukket ut fra 2 beregningsområder i Landsskogtakseringens takst av Telemark, var variasjonskoeffisienten for:

treantall	102 %
grunnflate	105 %
kubikkmasse	112 %

Tabell 1. Variasjonskoeffisient for kubikkmasse for flater på 100 m². (VIGERUST 1949).
Coefficient of variation in volume for plot size 100 sq. m. (From VIGERUST *1949).*

Felt *Plot*	V. k. innen 400 m² *C. V. within 400 sq. m.*	V. k. innen 2 da. *C. V. within 0.2 hectares.*
III– 5	22 %	32 %
IV– 2	26 %	26 %
3	21 %	20 %
10	24 %	23 %
Vb– 1	85 %	83 %
4	37 %	43 %
6	46 %	42 %
7	51 %	67 %
8	47 %	56 %
9	71 %	65 %

En inndeling (stratifisering) i hogstklasser nedsetter variasjonen noe. For 3 strata, nemlig hogstklasse I—II, hogstklasse III og hogstklasse IV—V ble den gjennomsnittlige variasjonskoeffisienten innen strata for:

treantall	79 %
grunnflate	90 %
kubikkmasse	98 %

Det er sannsynlig at en videregående stratifisering ville redusere variasjonen ytterligere, men på den annen side er det ikke grunn til å tro at en ville kunne bringe variasjonskoeffisienten nevneverdig lavere enn ca. 80 % for kubikkmassen ved stratifisering på grunnlag av hogstklasser alene.

Da varierende flatestørrelse bare innvirker på variansen $\sigma^2_{3(A)}$ er det av interesse å drøfte dette leddet litt nærmere. VIGERUST (1949) har utlagt noen felter i granskog for å belyse bestokningsforholdene i forskjellige hogstklasser. Feltene som hadde et areal på 2 da, ble ved oppklavingen delt i ruter på 5 ×5 m, og hver av disse smårutene ble kubert for seg. I tabell 1 er variasjonskoeffisienten for kubikkmassen på flater av størrelse 10 ×10 m gjengitt. Det er her regnet med variasjonen innen flater på 2 da, og innen flater på 20 × 20 m.

Som det fremgår av tabellen, er *variasjonen inne flater på 400 m² av samme størrelse som variasjonen innen flater på 2 da.* Det samme forholdet er også påpekt av KINASHI (1953).

Hans resultater er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2. Variasjonskoeffisient for kubikkmasse for flater på 100 m² (etter KINASHI 1953).
Coefficient of variation in volume for plot size 100 sq. m. (From KINASHI 1953.)

Sted *Place*	Areal ha. *Area, hectares*	V. k. innen 400 m² *C. V. within 400 sq. m.*	V. k. totalt *C. V. total*	Merknad *Remarks*
Shiragadake ...	27,5	37 %	45 %	Planting (*Plantation*)
Oya	10,2	22 %	27 %	—»—
Kirishna	10,2	64 %	75 %	—»—
Ishikawachi	10,2	112 %	114 %	Nat. foryng. (*Nat. regener.*)

I formel (1) ble totalvariansen delt opp i tre komponenter, $\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_{3(A)}^2$. På grunnlag av resultatene i tabell 1 og 2, er det klart at det spiller mindre rolle for $\sigma_{3(A)}^2$ om en beregner variasjonen innen flater på 400 m², 1000 m² eller 2000 m². Størrelsen vil bli omtrent den samme i alle tilfeller.

Hvis fordelingen av trærne over arealet er tilfeldig, vil $\sigma_{3(A)}^2$ avta omvendt proporsjonalt med A. Det er da forutsatt at fordelingen av kubikkmassen på de enkelte trær også er tilfeldig slik at det ikke er noen effekt av konkurransen mellom trærne. (En skulle egentlig foreta korreksjon for sampling fra en endelig populasjon, men da det spiller mindre rolle for sluttresultatet kan en se bort fra dette.) I tabell 3 er gjengitt variasjonskoeffisienten for flater av størrelse 25, 100 og 400 m².

Tabell 3. Variasjonskoeffisient for kubikkmasse for flater på 25, 100 og 400 m², innen et areal på 2 da. (Etter VIGERUST 1949).
Coefficient of variation in volume for plot sizes 25, 100 and 400 sq. m. within 0.2 hectares. (From VIGERUST 1949.)

Felt *Plot*	Areal 25 m² *Area 25 sq. m.*	Areal 100 m² *Area 100 sq. m.*	Areal 400 m² *Area 400 sq. m.*
III– 5	58 %	32 %	27 %
IV– 2	53 %	26 %	14 %
3	55 %	20 %	7 %
10	57 %	23 %	10 %
Vb– 1	138 %	83 %	39 %
4	83 %	43 %	30 %
6	117 %	42 %	12 %
7	150 %	67 %	55 %
8	116 %	56 %	39 %
9	121 %	65 %	18 %
Aritm. m.	95 %	46 %	25 %

Som det fremgår av tabellen avtar variasjonskoeffisienten tilnærmet omvendt proporsjonalt med kvadratroten av flatearealet.

Bickerstaff (1947) har undersøkt variasjonen i grunnflate for to forskjellige flatestørrelser, nemlig 1/5 acre og 1/10 acre, innen 4 forskjellige flater, hver på 5 acres. For flater på 1/5 acre er variasjonskoeffisienten i gjennomsnitt 84 % av variasjonskoeffisienten for flater på 1/10 acre.

Johnson & Hixon (1952) har foretatt beregninger over variasjonskoeffisientens størrelse i et eldre Douglasbestand. De finner at variasjonskoeffisienten avtar meget raskt med økning i flatestørrelsen fra 100 til 200 m² og deretter noe langsommere. Det synes å være en negativ intraklasse-korrelasjon mellom små naboruter (smln. Strand 1955). Det vil si at hvis det på en rute er større kubikkmasse enn normalt, vil det i gjennomsnitt være mindre kubikkmasse enn normalt, på naborutene.

Kinashi (l.c.) finner at regresjonen mellom variasjonskoeffisient og flatestørrelse kan gjengis ved en formel av typen

$$\text{Variasjonskoeffisienten} = k.A^{-b}$$

hvor k er en konstant og A er flatens areal (smln. Fairfield Smith 1938). For de plantete bestandene er koeffisienten b tilnærmet lik 0,25, mot 0,46 for det bestandet som er forynget naturlig (se tabell 2).

3. Feil ved tilfeldig fordeling av flatene, sett i relasjon til omkostningene.

Ved en takst med stratifisert sampling, vil feilen på middeltallet av n flater være

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sigma_2^2 + \sigma_{3(A)}^2}{n}}$$

For de flatestørrelser som det blir aktuelt å bruke i praksis, ser det ut til at en kan regne med at $\sigma_{3(A)}$ avtar omvendt proporsjonalt med A. Men da feilen også avhenger av σ_2, som *ikke* påvirkes av flatearealet, kan en ikke regne med at *feilen* vil avta omvendt proporsjonalt med A, men langsommere. Dette er et viktig punkt. For å undersøke hvilken virkning flatestørrelsen har på feilen for taksten, er det ikke tilstrekkelig å begrense diskusjonen til $\sigma_{3(A)}$. En må også ta hensyn til σ_2. Jo mindre σ_2 er, jo mere vil en økning i flatestørrelsen redusere feilen. Det betyr

Tabell 4. Oppgave over feltene. *Data of the plots.*

Felt nr. *Plot No.*	Sted *Location*	Middelhøyde i meter *Mean height in m.*	Middeldiameter i cm *Mean diameter in cm.*	Grunnflate m^2/ha. *Basal area, sq. m. per ha.*
1	Ås	19,3	22,6	20,1
2	Prestebakke	18,6	19,3	28,4
3	—»—	20,5	24,1	20,4
4	—»—	9,1	7,6	11,7
6	—»—	17,1	18,1	25,0
7	—»—	12,2	11,8	18,6
8	Stange	24,8	25,0	25,0
9	—»—	25,5	28,2	33,6
10	—»—	22,2	26,0	40,5
11	—»—	21,1	22,9	28,1
12	—»—	20,9	21,7	29,7
13	—»—	16,5	14,2	18,1
14	—»—	21,9	23,5	28,2
15	—»—	14,2	13,3	25,5
16	Modum	13,1	13,1	9,2
17	—»—	15,4	14,0	10,7
18	—»—	15,5	15,5	9,0
19	—»—	18,4	16,6	17,4
21	Borre	21,7	21,0	29,2
22	—»—	20,0	21,0	26,6
23	—»—	20,0	20,9	14,1
25	—»—	20,8	21,3	29,6

at *jo sterkere en inndeler materialet (stratifiserer), og jo mere ensartet skogen er, jo større bør flatene være.*

Hvis σ_2 og $\sigma_{3(A)}$ er av samme størrelse, vil en 16-dobling av flatestørrelsen føre til at feilen reduseres til 73%, med samme antall flater. Er derimot σ_2 50% av $\sigma_{3(A)}$ vil en 16-dobling av flatestørrelsen bevirke en halvering av feilen.

Dessverre foreligger ikke noe godt materiale til nærmere undersøkelse over forholdet mellom σ_2 og $\sigma_{3(A)}$. For å få noe rede på dette, ble foretatt analyse av et materiale som egentlig var innsamlet i et annet øyemed. Materialet består av 25 felter i granskog av forskjellig sammensetning. Tre av feltene var bare $^1/_2$ da, de øvrige 1 da. De små feltene ble ikke tatt med. Feltene ble utlagt på forskjellige steder på Østlandet, i skog av forskjellig beskaffenhet. Oppgaver for feltene er gjengitt i tabell 4.

For alle feltene samlet er variasjonskoeffisientene for grunnflaten for forskjellige flatestørrelser:

Areal	200 m²	400 m²	600 ²m	800 ²m	1000 m²
Variasjonskoeffisient	54 %	43 %	38 %	38 %	36 %

Sammenhengen mellom variasjonskoeffisient og areal kan tilnærmet skrives

$$\text{Variasjonskoeffesienten} = k.A^{-0,25}$$

Dette svarer godt til den regresjonen Kinashi (l. c.) fant for de 3 bestandene som var plantet. Det er imidlertid ingen grunn til å legge særlig vekt på denne overensstemmelsen. Kinashi behandlet forholdene innen plantete bestand, mens det her gjelder forholdene innen et stratum som består av bestand som er forynget naturlig. De fleste bestandene ville ved en takst bli betegnet som hogstklasse III eller IV, noen bestand kanskje også som hogstklasse Vb.

For hogstklassene IV og Va ser det, etter de tallene som er funnet her, ut til at σ_2 satt i prosent av middeltallet vil være av størrelsesorden 30%, eller med andre ord av samme størrelse som $\sigma_{3(A)}$. Dette gjelder for flater på 100 m² (se tab. 3).

Variasjonen i hogstklasse Vb vil være endel større. En må imidlertid regne med at her vil σ_2 være større enn i de andre hogstklassene, slik at σ_2 og $\sigma_{3(A)}$ vil være av samme størrelsesorden også i denne hogstklassen. Hvis disse forutsetningene er riktige, vil det si at en fordobling av flatestørrelsen vil redusere feilen med 13 %, mens en fire-dobling reduserer den med 21 %.

For en takst med tilfedig fordeling av flatene, vil feilen være omvendt proporsjonal med kvadratroten av flateantallet. For et bestemt oppklavet *areal,* vil derfor feilen bli mindre jo mindre flatene gjøres, inntil en viss grense som antakelig ligger under 50 m². Tar en omkostningene med i bildet blir forholdet noe anderledes.

De totale omkostningene ved en takst kan tilnærmet skrives:

$$C = c_o + c_1 \cdot n \cdot d + c_2 \cdot n \cdot f(A)$$

co er en konstant som angir de faste omkostningene ved taksten, *n* angir flateantallet. *d* er den gjennomsnittlige avstanden mellom flatene, og $c_1.n.d$ vil derfor uttrykke den del av omkostningene som er direkte proporsjonale med avstanden mellom flatene (reiseomkostninger). c_2 angir omkostningene til utlegging, oppklaving m. m. for en flate av bestemt størrelse. Da omkostningene pr. flate stiger noe med arealet, er innført en korreksjonsfaktor $f(A)$ som angir hvor meget omkostningene pr. flate øker med arealet, A.

Ved tilfeldig utlegging av flatene vil den gjennomsnittlige avstanden mellom dem, d, være tilnærmet omvendt proporsjonal med kvadratroten av flateantallet.

KINASHI (1. c.) angir at $f(A) = k.A^{0.7}$. Bestandet som ble undersøkt hadde en gjennomsnittlig kubikkmasse på 15 m³ og et treantall på 110 trær pr. da. Tiden for utlegging og oppklaving av en flate var 6 min. Flatestørrelsen var 100 m².

JOHNSON & HIXON (1. c.) finner at tiden til utlegging og oppklaving er omtrent proporsjonal med flatestørrelsen. For flater på 400 m² var tiden pr. flate ca. 5 min. Bestandet var et Douglasbestand med en kubikkmasse på ca. 130 m³ pr. dekar.

Ved den svenske Riksskogstakseringen ble gjort noen tidsstudier i Jämtlands og Västerbottens län (RIKSSKOGSTAXERINGSNÄMNDEN 1947). Undersøkelsene viste at tiden for utlegging og oppklaving av en sirkelflate på 100 m² tok ca. 5 min. hvis flaten var uten prøvetrær. En rektangulær prøveflate på 200 m² tok ca. 9 min. i Västerbotten og ca. 7 min. i Jämtland. Tiden pr. flate steg temmelig meget med antall prøvetrær, idet hvert prøvetre bevirket et tillegg på 2–2½ min.

Problemet med å finne den optimale flatestørrelsen kan løses generelt (se f. eks. COCHRAN 1953). Det kan imidlertid være like illustrerende å belyse forholdet ved eksempler.

Samspillet mellom flatestørrelse, omkostninger og feil er følgende:

1. Når flatestørrelsen økes, avtar feilen.
2. For å få samme feil ved bruk av større flater, kan antallet reduseres.
3. Økt flatestørrelse medfører økete omkostninger til oppklaving pr. flate, men totalomkostningene kan bli mindre fordi flateantallet kan reduseres.

På grunn av dette forholdet, vil det være et forholdsvis vidt variasjonsområde for flatestørrelser som er omtrent like effektive.

For å diskutere virkningen av flatestørrelsen, er det hensiktsmessige å gå ut fra at taksten skal være beheftet med en feil som ikke skal overstige en viss grense. Det vil derfor bli omkostningene som varierer med flatestørrelsen. Regner en med ujevn skog og grov stratifisering, kan en i henhold til det som er nevnt tidligere regne med at en fordobling av flatestørrelsen fra 100 til 200 m², vil redusere variasjonen innen strata med 13 %. En fire-dobling vil redusere variasjonen med ca. 21%. Det vil si at antall flater kan reduseres til 76 % for flater på 200 m² og til 62 % for flater på 400 m².

Ved å gå over til flater på 200 m² istedenfor flater på 100 m² vil omkostningene til utlegging og oppklaving pr. flate øke. Uten å begå noen vesentlig feil, kan en regne med en fordobling av omkostningene pr. flate. Siden flateantallet reduseres til 76 %, betyr dette at de omkostningene som er direkte proporsjonale med flateantallet

vil øke med ca. 50 %. På den annen side vil reiseomkostningene bli noe mindre fordi flateantallet reduseres. Ved tilfeldig utlegging av flatene vil denne del av omkostningene være tilnærmet proporsjonal med kvadratroten av flateantallet. Det vil si at en reduksjon i flateantallet til 76 %, betyr en reduksjon i reiseomkostningene til 87 %.

For at det skal lønne seg å øke flatestørrelsen fra 100 til 200 m², må derfor omkostningene til oppklaving pr. flate være meget mindre enn omkostningene til reise fra flate til flate. Forholdet mellom de to omkostningene må være omtrent som 1 : 4, når en regner med flatestørrelsen 100 m². Det er derfor klart at en ytterligere økning i flatestørrelsen til f. eks. 400 m² bare vil lønne seg hvis det er meget store omkostninger til reise i forhold til omkostninger til oppklaving m. m.

4. Feil ved systematisk utlegging av flatene.

For en systematisk prøveflatetakst vil feilen være proporsjonal med

$$\sigma^2\Big[\,1 - \int_0^\infty \varrho\,(t)\,\{2a_{qQ}\,(t) - a_{QQ}\,(t)\}\,dt\Big]$$

hvor σ^2 er variansen for vedkommende egenskap innen det området som takseres, $\varrho\,(t)$ er avstandskorrelasjonsfunksjonen og $a_{qQ}\,(t)$ er frekvensfunksjonen for avstanden mellom sentrum av prøveflaten og et tilfeldig punkt innen det området som prøveflaten skal representere (smln. Matern 1947). $a_{QQ}\,(t)$ er tilsvarende funksjon for to punkter utlagt tilfeldig i området. En kan betrakte feilen som sammensatt av to ledd: 1) σ^2 og 2)

$$\sigma^2 \int_0^\infty \varrho\,(t)\,\{2a_{qQ}\,(t) - a_{QQ}\,(t)\}\,dt$$

En økning i flatestørrelsen vil virke inn på σ^2 slik at økende flatestørrelse gir minsket varians slik som omtalt. Hvordan flatestørrelsen virker inn på det andre leddet er vanskelig å si.

Som regel vil det være positivt. Da det dessuten trekkes fra σ^2, må det bety at nøyaktigheten øker noe mere med økende flatestørrelse ved en systematisk takst enn ved en tilfeldig takst med tilfeldig utlegging av flatene. Forskjellene her vil sannsynligvis være så små at en kan se bort fra dem i praksis. Variasjon i flatestørrelsen må derfor antas å virke omtrent likedan på takstens nøyaktighet både ved tilfeldig og systematisk utlegging av flatene.

5. Sammendrag.

Variasjonskoeffisienten for grunnflatesummen eller kubikkmassen er tilnærmet omvendt proporsjonal med kvadratroten av flatestørrelsen. Dette gjelder for flater som utlegges innen et ganske begrenset område (f. eks. innen 2 da.). Variasjonen mellom flater innen et bestand vil antakelig ikke øke særlig med arealet for bestandet.

Feilen på en takst avhenger også av variasjonen mellom bestand. Da denne influeres forholdsvis lite av flatestørrelsen, blir forholdet mellom feil og flatestørrelse: Jo større variasjon det er mellom bestand, jo mindre vil feilen avta med økende flatestørrelse. Det vil være sjelden at feilen vil avta så raskt med økende flatestørrelse som omvendt proporsjonalt med kvadratroten av flatestørrelsen. (Det er her sett bort fra bestandsvis taksering).

For flater av størrelse 100 m², vil variasjonen selv innen små områder (2 da.) være stor. I et tilfelle var variasjonskoeffisienten for volumet i hogstklasse III—IV av størrelsesorden 30 %, mens variasjonskoeffisenten for hogstklasse Vb var større (opp til 80—90 %).

Tar en hensyn til omkostningene, synes det å være lite sannsynlig at den mest effektive flatestørrelsen vil ligge vesentlig over 100 m², under norske forhold.

Lars Strand

6. Summary: The effect of the plot size on the accuracy of forest surveys.

The coefficient of variation for the basal area or volume decreases in approximate proportion to the inverse value of the square root of the plot size. This is true for the variation between plots within a small area. The variation between plots within a stand do not appear to increase particularly with increasing area of the stand.

The accuracy will in most cases also depend on the variation between the stands. The plot size has relatively little influence on the variation between the stands. The greater the variation betwen the stands, the less decrease of the error with increasing plot size. Usually, the error will not decrease at such a rate as in inverse proportion to the square root of the plot size. (Estimation of total volume by means of the

volume of the individual stands is not considered here). For plots approximating the size of 100 sq.m., the variation will be fairly wide, even within small areas (0.2 hectares). In one case the coefficient of variation for the volume in medium-aged forest was about 30 %, whereas the coefficient of variation within a stratum consisting of understocked stands, was higher (80–90 per cent).

Even if we take into consideration the costs, it appears rather unlikely that the most efficient plot size under the conditions prevailing in Norway, will be much larger than 100 sq.m.

Litteratur.

Bickerstaff, A. (1947): One-fifth acre versus one-tenth acre plots in sampling immature stands. Can. Dept. of Mines & Resources, Silv. Res. Note No. 83.

Cochran, W. G. (1953): Sampling techniques. New York – Wiley. 330 s.

Johnson, F. A. & Hixon, H. T. (1952): The most efficient size and shape of plot to use for cruising in old-growth Douglas-Fir timber. J. of For. 50 s. 17–20.

Kinashi, K. (1954): Forest inventory by sampling methods. Bull. Kyushi Univ. For. No. 23.

Matern, B. (1947): Metoder att uppskatta noggrannheten vid linje- och provytetaxering. Medd. f. Statens Skogsforskn.inst. 36, s. 1–138.

Riksskogstaxeringsnamnden (1947): Vid andra Riksskogstaxeringen av Norrland åren 1938–42 använd metodik och härom vunna erfarenheter. Statens off. utredningar 1947: 36.

Smith, H. Fairfield (1938): An empirical law describing heterogeneity in the yield of agricultural crops. J. Agr. Sci. 28 s. 1–23.

Strand, L. (1955): Plot sizes in field trials. Zeitschr. f. Forstgen. u. Forstpfl. z. 4 s. 156–162.

Vigerust, Aa. (1949): Bestoknings- og gjenvekstforhold i hogstklasse Vb. Tidsskrift for skogbruk 57 s. 115–127.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

L. STRAND OG AA. VIGERUST

Skogarealet i forskjellige høydesoner

1. Innledning.

Fra og med den taksten som Landsskogtakseringen foretok i Buskerud, er det for hver prøveflate notert hvilken høydesone den ligger i. Høyden over havet er da tatt ut av rektangel- eller gradteigskart så nøyaktig som mulig. Det ble brukt høydesoner på 150 m. Laveste høydesone er 0—150 m, neste høydesone 150—300 m osv.

Etter hvert som en hever seg fra havets nivå, forandres de klimatiske forholdene i ugunstig retning. Gjennomsnittlig avtar temperaturen med ca. 0,6° for en stigning på 100 m. Likeledes forandres fuktighets- og vindforhold. Dette gjenspeiler seg i vegetasjonen på forskjellige måter. HAUGBERG (1953) har foretatt en sammenstilling som viser hvordan markvegetasjonen gradvis forandres med høyden over havet. Av denne sammenstillingen er det tydelig at endringene i vekstforholdene som følge av høydevariasjonene er mer følelig for trærne enn for bunnvegetasjonen.

Registreringer av foryngelsen i forskjellige høydelag i Sverige

Tabell 1. Linjeavstand, avstand mellom prøveflatene og areal pr. flate.

Område	Linjeavstand	Avstand mellom flatene	Areal pr. flate
Vest- og Aust-Agder	3,0 km	200 m	600 dekar
Telemark	2,0 »	200 »	400 »
Buskerud, område 4	1,6 »	200 »	320 »
» » 1 og 7	2,0 »	200 »	400 »
» » 3	2,1 »	200 »	420 »
» » 8, 9 og 10	2,2 »	200 »	440 »
» » 5	2,3 »	200 »	460 »
» » 2	2,5 »	200 »	500 »
» » 11	2,7 »	200 »	540 »
» » 6	3,0 »	200 »	600 »
Elverum	3,5 »	100 »	350 »
Våler	3,0 »	100 »	300 »
Helgeland	2,5 »	gj.sn. 67 »	167 »

(Tirèn 1949) viser at foryngelsesresultatet for en stor del avhenger av høyden over havet.

Disse forholdene gjør at det ved vurdering av skogtilstanden i et område er av stor betydning å kjenne arealets fordeling på høydesoner.

2. Areal produktiv skogmark i forskjellige høydesoner.

Oppgaver over linjeavstand, avstand mellom prøveflatene og areal pr. prøveflate framgår av tabell 1. I tabell 3 er vist skogarealets fordeling på de forskjellige høydesoner. Det er ganske store forskjeller mellom områdene. I Vest-Agder er 97 % av skogarealet under 450 m o.h. Omtrent det samme forholdet har en i Helgeland hvor 94 % av skogarealet finnes under denne høyden. Aust-Agder viser noe større høydevariasjon enn Vest-Agder, men ikke så stor variasjon som Telemark eller Buskerud. I Telemark er 23 % av skogarealet over 600 m o.h. og 41 % over 450 m o.h. Tilsvarende tall for Buskerud er 24 % og 46 %.

Den midlere høyden varierer også sterkt. Mens den i Agderfylkene og Helgeland er 245 m, er den for Telemark 400 m og for Buskerud 448 m. Det er verd å legge merke til enkelte takstområder som ligger meget høyt, f. eks. Vest-Telemark 570 m, Øst-Telemark 514 m, Hol, Ål, Hemsedal og Gol 695 m, Nes og Flå 627 m og Numedal 559 m.

Størrelsen av skogarealet i et område vil avhenge av hvor stort landarealet er. Hvis landarealet er lite, må nødvendigvis også skogarealet være lite. Fra Norges Geografiske Oppmåling har vi innhentet oppgave over totalarealet for hver høydesone i de enkelte takstområder. Det ville vært bedre om en kunne fått oppgave over landarealet (totalarealet ÷ arealet av vann og innsjøer), men det var vanskelig å skaffe. På grunnlag av disse oppgavene er tabell 2 utregnet. Tabellen viser hvor stor prosent skogarealet utgjør av totalarealet for området. Skogprosenten er størst for høydesonene mellom 150 og 600 m o.h. Over 600 m o.h. avtar skogprosenten sterkt. For den laveste høydesone er likeledes skogprosenten lav. Dette skyldes særlig innsjøer og store vann, delvis også at store arealer består av hagemark og innmark.

3. Bonitetsfordeling — Produksjonsevne.

Tabell 4 viser skogarealets fordeling på høydesoner og boniteter. For alle fylkene er det meget små arealer med bonitet 1 og 2 over 600 m o.h. De lavere bonitetene gjør seg mer og mer gjeldende jo høyere

Tabell 2. Produktivt skogareal under barskoggrensen i prosent av totalarealet i hver høydesone.

Fylke	Takstområde	Høydesone				
		0–150	150–300	300–600	600–900	900–
Vest-Agder	Østre del	42	75	72	–	–
	Midtre del	45	65	42	–	–
	Vestre del	26	35	18	–	–
	Alle områder	39	55	28	–	–
Aust-Agder	Østre Nedenes	67	75	70	–	–
	Nidaråvassdrager	47	76	41	2	–
	Tovdalsvassdraget	53	74	38	1	–
	Otravassdraget	13	66	41	5	–
	Alle områder	57	73	42	4	–
Telemark	Nissedal og Fyresdal	–	28	49	12	–
	Vest-Telemark	21	65	55	37	–
	Øst-Telemark	27	56	79	42	1
	Grenland	47	79	68	27	–
	Vestmar	52	81	51	26	–
	Alle områder	47	67	61	30	1
Buskerud	1. Hol m. fl.	–	43	59	39	–
	2. Nes og Flå	57	51	73	57	4
	3. Sigdal	21	80	69	40	–
	4. Krødsherad	32	79	73	36	–
	5. Ådal	6	76	80	40	–
	6. Norderhov m. fl.	24	82	79	71	–
	7. Modum	32	80	84	70	–
	8. Lier, Røyken, Hurum	44	55	96	26	–
	9. Øvre og Nedre Eiker	21	87	80	67	–
	10. Sandsvær, Kongsberg	30	77	69	20	–
	11. Numedal	–	59	72	46	1
	1– 4. Hallingdal	21	70	69	46	1
	5– 6. Ringerike	21	80	79	50	–
	7– 9. Drammensdistr.	33	71	86	68	–
	10–11. Sandsvær og Numedal	30	66	71	42	1
	Alle områder:	28	72	75	45	1
Hedmark	Elverum	–	74	70	46	–
	Våler	–	53	74	44	–
	Begge herreder	–	66	71	45	–
Nord-land	Helgeland	33	35	12	–	–

en kommer. I Buskerud synes det å være relativt mer av høy bonitet i høydesonen 0—150 m enn i de andre fylkene. Dette kan skyldes at Buskerud har mye av kambrosiluriske bergarter i høydesonen 0—150 m, mens derimot disse ikke er særlig utbredt i de andre høydesonene. For de andre fylkene som er undersøkt har en ikke dette forholdet.

Tabell 3. Skogarealets fordeling

Fylke	Takstområde	Skogarealets minste h. o. h. m	Skogarealets midlere h. o. h. m	0–150	150–300	300–450	450–600
				Skogareal			
Vest-Agder	Østre del	0	190	210 100	215 500	84 200	2 400
	Midtre del	0	244	166 100	399 000	226 600	21 700
	Vestre del	0	282	64 500	204 600	200 100	25 600
	Alle områder	–	239	440 700	819 100	510 900	49 700
Aust-Agder	Østre Nedenes	0	172	400 100	358 100	96 800	700
	Nidaråvassdraget	0	218	211 500	462 400	115 800	26 100
	Tovdalsvassdraget	0	237	165 200	462 900	178 100	23 900
	Otravassdraget	60	393	1 200	244 700	210 900	184 100
	Alle områder	–	249	778 000	1 528 100	601 600	234 800
Telemark	Nissedal og Fyresdal	140	481	400	71 100	179 300	166 500
	Vest-Telemark	70	570	21 700	95 600	163 200	261 400
	Øst-Telemark	20	514	25 600	156 300	301 200	241 700
	Grenland	0	264	358 200	495 400	250 100	175 400
	Vestmar	0	212	416 500	318 900	135 900	64 600
	Alle områder	–	400	822 400	1 137 300	1 029 700	909 600
Buskerud	1. Hol m. fl.	190	695	–	9 050	24 330	58 580
	2. Nes og Flå	130	627	1 910	42 730	60 500	116 690
	3. Sigdal	70	430	12 770	110 080	120 580	81 680
	4. Krødsherad	130	371	14 840	75 860	70 590	61 030
	5. Ådal	130	377	2 760	141 610	163 700	54 050
	6. Norderhov m. fl.	70	363	61 610	237 440	178 590	198 340
	7. Modum	20	313	51 940	130 350	80 820	47 310
	8. Lier m. fl.	0	272	90 440	134 300	96 890	54 720
	9. Ø. og N. Eiker	10	325	37 340	139 840	114 400	71 950
	10. Sandsvær, Kongsberg	40	404	24 490	100 550	123 380	188 730
	11. Numedal	160	559	–	107 730	183 220	227 630
	1– 4. Hallingdal	–	553	29 520	237 720	276 000	317 980
	5– 6. Ringerike	–	368	64 370	379 050	342 290	252 390
	7– 9. Drammensdistr.	–	303	179 720	404 490	292 110	173 980
	10–11. Sandsvær, Numedal	–	506	24 490	208 280	306 600	416 360
	1–11. Alle områder	–	448	298 100	1 229 540	1 217 000	1 160 710
Hedmark	Elverum	160	386	–	266 570	321 090	252 510
	Våler	150	382	–	115 690	220 010	127 730
	Begge herreder	–	385	–	382 260	541 100	380 240
Nordland	Helgeland	0	245	478 950	502 560	489 740	97 480
Alle fylker og takstområder		–	–	2 818 150	5 598 860	4 390 040	2 832 530

Produksjonsevnen i de forskjellige høydesoner og beregningsområder er gjengitt i tabell 5.*) En sammenlikning med tallene i tabell

* Normalproduksjonen er da regnet ut på grunnlag av LANGSÆTERS produksjonstall fra «Skogen i Østfold, Akershus og Hedmark».

på høydesoner.

600–750	750–900	900–	Sum	0–150	150–300	300–450	450–600	600–750	750–900	900–	Sum
i dekar				Prosentvis fordeling							
–	–	–	512 200	41	42	17	–	–	–	–	100
–	–	–	813 400	20	49	28	3	–	–	–	100
–	–	–	494 800	13	41	41	5	–	–	–	100
–	–	–	1 820 400	24	45	28	3	–	–	–	100
–	–	–	855 700	47	42	11	–	–	–	–	100
1 800	–	–	817 600	26	57	14	3	–	–	–	100
1 200	–	–	831 300	20	56	21	3	–	–	–	100
66 800	5 100	–	712 800	–	34	30	26	9	1	–	100
69 800	5 100	–	3 217 400	24	48	19	7	2	–	–	100
133 600	11 400	–	562 300	–	13	32	29	24	2	–	100
376 400	169 900	7 800	1 096 000	2	9	15	24	34	15	1	100
187 400	171 700	24 400	1 108 300	2	14	27	22	17	16	2	100
31 900	–	–	1 311 000	27	38	19	13	3	–	–	100
22 000	–	–	957 900	44	33	14	7	2	–	–	100
751 300	353 000	32 200	5 035 500	16	23	20	18	15	7	1	100
115 840	166 610	10 010	384 420	–	3	6	15	30	43	3	100
142 480	159 930	22 410	546 650	–	8	11	22	26	29	4	100
56 360	28 480	570	410 520	3	27	29	20	14	7	–	100
15 860	–	–	238 180	6	32	30	25	7	–	–	100
43 160	3 380	–	408 660	1	35	40	13	10	1	–	100
44 010	660	–	720 650	9	33	25	27	6	–	–	100
22 690	–	–	333 110	16	39	24	14	7	–	–	100
300	–	–	376 650	24	36	25	15	–	–	–	100
8 360	–	–	371 890	10	38	31	19	2	–	–	100
23 090	500	–	460 740	5	22	27	41	5	–	–	100
156 980	192 420	21 140	889 120	–	12	21	26	18	21	2	100
330 540	355 020	32 990	1 579 770	2	15	18	20	21	22	2	100
87 170	4 040	–	1 129 310	6	34	30	22	8	–	–	100
31 350	–	–	1 081 650	17	37	27	16	3	–	–	100
180 070	192 920	21 140	1 349 860	2	15	23	31	13	14	2	100
629 130	551 980	54 130	5 140 590	6	24	24	22	12	11	1	100
35 220	–	–	875 390	–	30	37	29	4	–	–	100
4 980	–	–	468 410	–	25	47	27	1	–	–	100
40 200	–	–	1 343 800	–	29	40	28	3	–	–	100
1 700	–	–	1 570 430	31	32	31	6	–	–	–	100
1 492 130	910 080	86 330	18 128 120	16	31	24	16	8	5	–	100

4 viser at en noe større prosent av normalproduksjonen faller på de lavere høydesonene enn hva tilfellet er for arealet.

Forskjellene er imidlertid ikke særlig store. For Vest-Agder faller f. eks. 27 % av normalproduksjonen i høydesone 0–150 m mot 24 % av skogarealet. Ved vurdering av disse tallene må en ta i betrakt-

Tabell 4. Skogarealets bonitetsvise fordeling på høydesoner.

Takst-områder	Høyde-sone	Bonitet 1		2		3		4		5		1–5		Bonitet 1	2	3	4	5	1–5
		dekar	%	dekar	%	dekar	%	dekar	%	dekar	%	dekar	%	% fordeling på boniteter					
Vest-Agder	0–150	12 800	55	58 600	39	201 500	27	125 000	20	42 800	16	440 700	24	3	13	46	28	10	100
	150–300	7 300	32	73 800	48	365 900	49	267 300	42	104 800	40	819 100	45	1	9	44	33	13	100
	300–450	3 000	13	20 500	13	176 000	23	213 300	34	98 100	37	510 900	28	1	4	34	42	19	100
	450–600	–	–	–	–	7 900	1	22 400	4	19 400	7	49 700	3	–	–	16	45	39	100
	Alle	23 100	100	152 900	100	751 300	100	628 000	100	265 100	100	1 820 400	100	1	8	41	35	15	100
Aust-Agder	0–150	35 900	52	148 600	42	361 700	28	155 100	17	76 700	13	778 000	24	5	19	46	20	10	100
	150–300	28 500	42	157 400	44	696 300	53	417 100	46	228 800	39	1 528 100	48	2	10	46	27	15	100
	300–450	2 400	3	40 000	11	190 000	14	212 600	24	156 600	27	601 600	19	–	7	32	35	26	100
	450–600	1 800	3	8 500	3	57 900	4	90 500	10	76 100	13	234 800	7	1	4	25	38	32	100
	600–750	–	–	–	–	6 100	1	25 500	3	38 200	7	69 800	2	–	–	9	36	55	100
	750–900		–			–	-	1 300		3 800	1	5 100		–	–	–	25	75	100
	Alle	68 600	100	354 500	100	1 312 000	100	902 100	100	580 200	100	3 217 400	100	2	11	41	28	18	100
Telemark	0–150	71 800	46	153 400	26	336 900	17	191 400	12	68 900	10	822 400	16	9	19	41	23	8	100
	150 300	48 900	31	184 300	31	526 700	26	289 100	18	88 300	13	1 137 300	23	4	16	46	26	8	100
	300–450	23 300	15	126 300	21	480 400	24	292 800	19	106 900	16	1 029 700	20	2	12	47	29	10	100
	450–600	9 200	6	91 000	16	359 900	18	303 700	19	145 800	22	909 600	18	1	10	40	33	16	100
	600 750	2 000	1	25 800	4	245 800	12	335 000	21	142 700	21	751 300	15	–	3	33	45	19	100
	750–900	1 600	1	10 400	2	66 000	3	171 300	11	103 700	15	353 000	7	–	3	19	49	29	100
	900–	–	–	–	–	2 400	–	6 100	–	23 700	3	32 200	1	–	–	7	19	74	100
	Alle	156 800	100	591 200	100	2 018 100	100	1 589 400	100	680 000	100	5 035 500	100	3	12	40	32	13	100

Tabell 4 forts.

Takst-områder	Høyde-sone	Bonitet 1		2		3		4		5		1–5		Bonitet 1	2	3	4	5	1–5
		dekar	%	dekar	%	dekar	%	dekar	%	dekar	%	dekar	%	% fordeling på boniteter					
Buske-rud	0–150	84 970	42	118 560	16	79 360	4	14 400	1	810	–	298 100	6	28	40	27	5	–	100
	150–300	80 310	40	294 550	40	621 460	31	203 200	13	30 020	4	1 229 540	24	6	24	51	17	2	100
	300–450	29 500	15	216 510	30	625 710	31	292 840	19	52 440	8	1 217 000	24	2	18	52	24	4	100
	450–600	6 950	3	97 470	13	478 680	23	402 840	27	174 770	26	1 160 710	22	1	8	41	35	15	100
	600–750	–	–	8 970	1	158 920	8	287 890	19	173 350	26	629 130	12	–	1	25	46	28	100
	750–900	–		1 750		58 790	3	279 400	19	212 040	32	551 980	11	–	–	11	51	38	100
	900–	–	–	–	–	–	–	25 890	2	28 240	4	54 130	1	–	–	–	48	52	100
	Alle	201 730	100	737 810	100	2 022 920	100	1 506 460	100	671 670	100	5 140 590	100	4	15	39	29	13	100
Elverum og Våler	0–150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	150–300	6 450	50	66 810	44	267 240	34	40 500	11	1 260	4	382 260	29	2	17	70	11	–	100
	300–450	6 510	50	67 880	45	338 830	42	125 470	36	2 410	9	541 100	40	1	13	63	23	–	100
	450–600	–	–	17 220	11	177 120	22	171 040	48	14 860	52	380 240	28	–	4	47	45	4	100
	600–750	–	–	–	–	12 790	2	17 500	5	9 910	35	40 200	3	–	–	32	43	25	100
	Alle	12 960	100	151 910	100	795 980	100	354 510	100	28 440	100	1 343 800	100	1	11	59	27	2	100
Helge-land	0–150	810	100	29 080	62	268 360	38	138 350	22	42 350	23	478 950	31	–	6	56	29	9	100
	150–300	–	–	10 560	23	238 490	34	196 580	31	56 930	31	502 560	32	–	2	48	39	11	100
	300–450	–	–	5 930	13	175 690	25	231 530	36	76 590	41	489 740	31	–	1	36	47	16	100
	450–600	–	–	870	2	17 740	3	69 660	11	9 210	5	97 480	6	–	1	18	72	9	100
	600–750	–	–	–	–	–	–	1 700	–	–	–	1 700	–	–	–	–	100	–	100
	Alle	810	100	46 440	100	700 280	100	637 820	100	185 080	100	1 570 430	100	–	3	45	40	12	100

Tabell 5. Normalproduksjonens fordeling

Fylke	Takstområde	0–150	150–300	300–450	450–600	600–750
		Normalproduk-				
Vest-Agder	Østre del	73 580	79 500	26 300	470	–
	Midtre del	67 310	137 680	68 700	5 320	–
	Vestre del	28 830	69 020	60 300	5 770	–
	Alle områder	169 720	286 200	155 300	11 560	–
Aust-Agder	Østre Nedenes	172 350	133 540	27 990	100	–
	Nidaråvassdraget	85 100	169 620	32 850	7 470	480
	Tovdalsvassdraget	69 500	152 350	49 530	4 930	170
	Otravassdraget	490	94 840	70 830	51 710	13 590
	Alle områder	327 440	550 350	181 200	64 210	14 240
Telemark	Nissedal og Fyresdal	260	31 250	70 500	56 360	36 060
	Vest-Telemark	12 670	46 780	68 770	96 580	112 800
	Øst-Telemark	14 310	66 360	108 720	82 670	61 880
	Grenland	173 520	200 280	96 360	53 790	6 740
	Vestmar	160 660	120 700	44 290	22 100	5 640
	Alle områder	361 420	465 370	388 640	311 500	223 120
Buskerud	1. Hol m. fl.	–	4 980	10 170	19 780	32 210
	2. Nes og Flå	700	19 870	23 590	35 800	37 410
	3. Sigdal	7 040	46 340	46 830	27 110	14 120
	4. Krødsherad	7 900	37 970	27 750	19 110	4 220
	5. Ådal	1 180	69 410	71 990	17 640	10 880
	6. Norderhov m. fl.	41 470	111 330	78 800	78 660	12 570
	7. Modum	34 350	58 570	37 650	19 620	6 780
	8. Lier m. fl.	59 040	68 230	51 480	23 390	80
	9. Ø. og N. Eiker	23 460	62 490	41 830	21 530	1 700
	10. Sandsvær, Kongsberg	16 360	44 900	43 470	59 260	6 070
	11. Numedal	–	51 070	71 410	69 250	41 170
	1– 4. Hallingdal	15 640	109 160	108 340	101 800	87 960
	5– 6. Ringerike	42 650	180 740	150 790	96 300	23 450
	7– 9. Drammensdistr.	116 850	189 290	130 960	64 540	8 560
	10–11. Sandsvær, Numedal	16 360	95 970	114 880	128 510	47 240
	1–11. Alle områder	191 500	575 160	504 970	391 150	167 210
Hedmark	Elverum	–	117 870	133 260	87 860	9 790
	Våler	–	51 360	87 470	40 790	1 200
	Begge herreder	–	169 230	220 730	128 650	10 990
Nordland	Helgeland	170 200	161 750	144 490	26 540	420
Alle takstområder		1 220 280	2 208 060	1 595 330	933 610	415 980

ning at skogarealet, satt i prosent av totalarealet, gjennomgående viser en fallende tendens med høyden over havet. Arealer som på grunn av liten jorddybde eller andre forhold faller i de lavere bonitetene i lavlandet, kan bli regnet som impediment i høyereliggende strøk.

på høydesoner.

750–900	900–	Sum	0-150	150-300	300-450	450-600	600-750	750-900	900-	Sum
sjon i m³			Prosentisk fordeling							
–	–	179 850	41	44	15	–	–	–	–	100
–	–	279 010	24	49	25	2	–	–	–	100
–	–	163 920	17	42	37	4	–	–	–	100
–	–	622 780	27	46	25	2	–	–	–	100
–	–	333 980	52	40	8	–	–	–	–	100
–	–	295 520	29	57	11	3	–	–	–	100
–	–	276 480	25	55	18	2	–	–	–	100
860	–	232 320	–	41	30	22	6	1	–	100
860	–	1 138 300	29	48	16	6	1	–	–	100
2 250	–	196 680	–	16	36	29	18	1	–	100
41 970	1 380	380 950	3	12	18	26	30	11	–	100
48 400	4 440	386 780	4	17	28	21	16	13	1	100
–	–	530 690	33	38	18	10	1	–	–	100
–	–	353 390	45	34	13	6	2	–	–	100
92 620	5 820	1 848 490	20	25	21	17	12	5	–	100
37 430	2 230	106 800	–	5	10	18	30	35	2	100
32 760	3 830	153 960	1	13	15	23	24	21	3	100
5 650	80	147 170	5	31	32	18	10	4	–	100
–	–	96 950	8	39	29	20	4	–	–	100
740	–	171 840	1	41	42	10	6	–	–	100
90	–	322 920	13	35	24	24	4	–	–	100
–	–	156 970	22	37	24	13	4	–	–	100
–	–	202 220	29	34	25	12	–	–	–	100
–	–	151 010	16	41	28	14	1	–	–	100
70	–	170 130	10	26	25	35	4	–	–	100
48 040	4 290	285 230	–	18	25	24	14	17	2	100
75 840	6 140	504 880	3	22	21	20	18	15	1	100
830	–	494 760	9	37	30	19	5	–	–	100
–	–	510 200	23	37	25	13	2	–	–	100
48 110	4 290	455 360	4	21	25	28	10	11	1	100
124 780	10 430	1 965 200	10	29	25	20	9	6	1	100
–	–	348 780	–	34	38	25	3	–	–	100
–	–	180 820	–	28	48	23	1	–	–	100
–	–	529 600	–	32	42	24	2	–	–	100
–	–	503 400	34	32	29	5	–	–	–	100
218 260	16 250	6 607 770	19	34	24	14	6	3	–	100

Målet for vårt skogbruk er å nytte ut produksjonsapparatet best mulig, og da gjelder det å bringe den virkelige tilvekst opp på noenlunde samme nivå som normalproduksjonen. En forutsetning for å få dette til, er at foryngelsene blir gode. Tabell 5 viser at en stor del av normalproduksjonen (23 %) faller på arealer over 450 meters

Tabell 6. Normalproduksjon pr. dekar.

Fylke	Takstområde	0–150		150–300		300–450	450–600	600–750	750–900	900–	Alle høyde-soner
		Gj.sn. h. o. h. m	dm³	Gj.sn. h. o. h. m	dm³	dm³	dm³	dm³	dm³	dm³	dm³
Vest-Agder	Østre del	75	350	225	369	312	196	–	–	–	351
	Midtre del	75	406	225	345	303	245	–	–	–	343
	Vestre del	75	447	225	337	301	225	–	–	–	331
	Alle områder	75	385	225	349	304	233	–	–	–	342
Aust-Agder	Østre Nedenes	75	431	225	373	289	143	–	–	–	390
	Nidaråvassdraget	75	402	225	367	284	286	267	–	–	361
	Tovdalsvassdraget	75	421	225	329	278	206	142	–	–	333
	Otravassdraget	105	408	225	388	336	281	203	169	–	326
	Alle områder	75	421	225	360	301	273	204	169	–	354
Telemark	Nissedal og Fyresdal	145	650	225	440	393	338	270	197	–	350
	Vest-Telemark	110	584	225	489	421	369	300	247	177	348
	Øst-Telemark	85	559	225	425	361	342	330	282	182	349
	Grenland	75	484	225	404	385	307	211	–	–	405
	Vestmar	75	386	225	378	326	342	256	–	–	369
	Alle områder	76	439	225	409	377	342	297	262	181	367

Tabell 6 forts. Normalproduksjon pr. dekar.

Fylke	Takstområde	0-150		150-300		300-450	450-600	600-750	750-900	900–	Alle høyde-soner
		Gj.sn h. o. h m	dm³	Gj. sn h. o. h. m	dm³	dm³	dm³	dm³	dm³	dm³	dm³
Buskerud	1. Hol m. fl.	–	–	245	550	418	338	278	225	223	278
	2. Nes og Flå	140	366	225	465	390	307	263	205	171	282
	3. Sigdal	110	551	225	421	388	332	251	198	140	358
	4. Krødsherad	140	532	225	501	393	313	266	–	–	407
	5. Ådal	140	428	225	490	440	326	252	219	–	420
	6. Norderhov m. fl.	110	673	225	469	441	397	286	136	–	448
	7. Modum	85	661	225	449	466	415	299	–	–	471
	8. Lier, Røyken, Hurum	75	653	225	508	531	427	267	–	–	537
	9. Ø. og N. Eiker	80	628	225	447	366	299	203	–	–	406
	10. Sandsvær, Kongsberg.	95	668	225	447	352	314	263	140	–	369
	11. Numedal	–	–	230	474	390	304	262	250	203	321
	1– 4. Hallingdal	127	530	226	460	393	320	266	214	186	320
	5– 6. Ringerike	111	663	225	477	441	382	269	205	–	438
	7– 9. Drammensdistr.	79	650	225	468	448	371	273	–	–	472
	10–11. Sandsv., Numedal.	95	668	228	461	375	309	262	249	203	337
	1–11. Alle områder	92	642	226	468	415	337	266	226	193	382
Hedmark	Elverum	–	–	230	442	415	348	278	–	–	398
	Våler	–	–	225	444	398	319	241	–	–	386
	Begge herreder	–	–	228	443	408	338	273	–	–	394
Nordland	Helgeland	75	355	225	322	295	272	247	–	–	321
Alle takstområder		77	419	225	394	363	330	279	240	188	365

høyde. Foryngelsesforholdene i skog som ligger over denne høyden, er gjennomgående dårlige. Tiltak som kan fremme foryngelsen blir derfor særlig viktige i disse områdene.

Sammenhengen mellom produksjonsevne og høyde over havet er ikke særlig sterk. Korrelasjonskoeffisienten varierer fra 0,23 (i Vest-Agder) til 0,34 (i Elverum og Våler). Tabell 6 viser den gjennomsnittlige normalproduksjon i de forskjellige høydesonene. For hver 150 m en hever seg, synker produksjonsevnen med 35—40 dm^3 pr. dekar.

Ved den første svenske riksskogstakseringen i 1923—1929 ble skogarealets bonitetsvise fordeling på høydesoner beregnet for Värmland, Kopparberg, Gävleborg og nordenfor liggende län. For de län som ligger sønnenfor kan en uten å begå noen vesentlig feil regne med at hele arealet ligger under 300 m o.h. For hele Sverige får en da følgende fordeling på høydesoner for den egentlige skogsmarken:

Under 300 m o.h.	60 %
300—500 m o.h.	32 %
Over 500 m o.h.	8 %

Brukes Jonsons boniteringstabell til beregning av produksjonsevnen, blir den gjennomsnittlige normalproduksjonen 0,350 m^3 for skog under 300 m o.h., 0,272 m^3 for skog mellom 300 og 500 m o.h. og 0,224 m^3 for skog over 500 m o.h.

Det ble tildels brukt forskjellige grenser mellom høydesonene for de forskjellige län. Det er også få «avsluttete» høydesoner. Av denne grunn er det vanskelig å finne ut hvor meget normalproduksjonen synker med stigning i høyde. Det ser ut til at en kan regne med at forholdet er omtrent som i Norge.

I Telemark ble også jorddybden notert for hver enkelt prøveflate.

Tabell 7. Normalproduksjon (dm^3/da.) for forskjellige jorddybder og høydesoner. (Omregnet etter LÅG 1955.)

Jorddybde	Høydesone							Alle høyder
	0–150 m	150–300 m	300–450 m	450–600 m	600–750 m	750–900 m	Over 900 m	
Under 20 cm	240	256	258	217	208	223	211	242
20–70 cm	376	375	350	302	259	230	177	328
Over 70 cm	564	524	468	418	348	294	181	451
All skog	439	409	377	342	297	262	181	367

Tabell 7 viser normalproduksjonen i dm^3/dekar for forskjellige jorddybder og høydesoner. For jorddybde under 20 cm synker normalproduksjonen med ca. 12 dm^3 for en stigning på 150 m, for jorddybde 20—70 cm er synkingen ca. 40 dm^3 og for jorddybde over 70 cm ca. 60 dm^3.

Sigmund Vigerust Lars Strand

Litteratur.

Haugberg, M. (1953): Inndeling i vegetasjonstyper ved landsskogtakseringen. Tidsskrift for Skogbruk 1953, s. 132.

Landsskogtakseringen: Taksering av Norges skoger. Helgeland, Revisjonstaksering 1952.

— Buskerud fylke, Revisjonstaksering 1951–53.

— Elverum og Våler, Revisjonstaksering 1953.

— Telemark, Revisjonstaksering 1954.

— Aust- og Vest-Agder, Revisjonstaksering 1955.

Låg, J. (1955): Undersøkelse av skogjorda i Telemark fylke ved Landsskogtakseringens markarbeid sommeren 1954. Medd. fra Det n. Skogforsøksvesen, 13, s. 169.

Riksskogstaxeringsnämnden (1932): Uppskattning av Sveriges skogstillgångar verkställd åren 1923–1929. Statens off. utredningar 1932: 26.

Tirén, L. (1949): Om den naturliga föryngringen på obrända hyggen i norrländsk granskog. Medd. fr. Statens Skogforskn.inst. 38: 9.

Trykt hos J. Chr. Gundersen
Oslo - 1957